

مقدمة في إدارة الانتاج والعمليات

دكتور
حسين عطا غنيم

دكتوراه في بحوث العمليات من جامعة ولاية نورث كارولينا إلى
ماجستير في الإدارة المالية - كلية التجارة جامعة القاهرة
دبلوم معهد الدراسات والبحوث الإحصائية جامعة القاهرة
مدير قسم إدارة الأعمال - كلية التجارة جامعة القاهرة

١٤٠٣ هـ - ١٩٨٣ م

ملتزم الطبع والنشر
دار الفكر العربي
٦ (١) شارع جواد حسن - القاهرة



مقدمة في إدارة الانتاج والعمليات

دكتور
حسين عطاس غنيم

دكتوراه في بحوث العمليات من جامعة ولاية نورث كارولينا في
ماتيسون، في إدارة المالية - كلية الأعمال جامعة القاهرة
وسبق له معهد الدراسات والبحوث الاقتصادية - جامعة القاهرة
معلم في قسم إدارة الأعمال - كلية التجارة جامعة القاهرة

١٤٠٣ هـ - ١٩٨٣ م

مكتبة الطبع والنشر
دار الفكر العربي
٦ (١) شارع جواد جنى - القاهرة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقديم

أفقد من الفكر الإداري بمراحل مختلفة إبتداء بالمدرسة العلمية التي أنشأها غاييلو والتي ركزت على ضرورة تطبيق مجموعة من المبادئ العلمية التي تساعد في رفع إنتاجية العامل ، ثم جاء فايول في أواخر العشرينات من هذا القرن وتزعم المدرسة الإدارية التي اهتمت أساساً بنشاط المديرين وأبرزت بشكل واضح التفرق بين الوظائف الإدارية والوظائف الفنية ، وكيف أن الحاجة إلى الوظائف الإدارية تزداد كلما تدرجنا إل مستويات الإدارة العليا ، ثم على ذلك المدرسة السلوكية والتي اهتمت ببيان أثر النواحي الإنتاجية على الفرد ومستوى أدائه ، ثم ظهرت مدرسة إتخاذ القرارات وما صاحبها من ظهور بحوث العمليات والتي تشمل أساساً في استخدام الأساليب الرياضية كأداة في تمكين الإدارة من التعامل مع المشاكل للمقده وتوجيهها نحو إتخاذ القرارات الرشيدة .

وقد ساعد على نمو هذا الإنماء العلمي الجديد التقدم للمحوظ في فروع العلوم المختلفة كالإحصاء والرياضة وكذا التقدم الهائل في صناعة الحاسبات الإلكترونية وما توفره من إمكانيات هائلة في التعامل مع العمليات الحسابية للمقده .

وقد روعى في هذا الكتاب تحقيق نقطتين ، تتمثل الأولى في ضرورة تقديم معالجة سهلة وبسيطة إلى أنها شاملة لكافة الموضوعات المتعلقة بإدارته الإنتاج أو كما نسميها حالياً بإدارة العمليات ، وذلك حتى يسهل على الطالب

المبتدء من ناحية والممارس لهذه الوظيفة من ناحية أخرى إستيعاب الأساسيات والمفاهيم العملية الخاصة بهذا المجال ، وتمثل النقطة الثانية في الإبتعاد عن الإثباتات الرياضية الخاصة بالأساليب الكمية التي سنتناولها في هذا الكتاب إذ تناول المؤلف الكثير من هذه الإثباتات الرياضية في كتاب مقدمة بحوث العمليات حتى يتاح للقارئ المتخصص معرفة حقيقة الأداة التي يستخدمها وحتى يمكن له تطويرها في حل كثير من المشاكل التي تواجهه في الحياة العملية .

وأود أن أتقدم بالشكر الى كل من سبقي بإثراء المكتبة العربية بكتابات في هذا المجال وأخص بالذكر الدكتور عاطف عبيد والدكتور شوقي حسين والدكتور إبراهيم هيمى والدكتور أحمد سرور .

كما أتقدم بالشكر إلى كل من ساهم في إخراج هذا الكتاب وأخص بالذكر في هذا الصدد أسرتي الصغرى زوجتي وأبني هاشم وأبنتي هويدا لما قدموا إلى من اللحن والوقت اللازم لكتابة هذا الكتاب .

وأتمنى من الله العلى التقدير أن أكون بذلك قد ساهمت في إضافة شئ إلى المكتبة العربية ، وإلى إشتياح جزء من رغبات وإحتياجات قراء هذه المكتبة ، والله ولي التوفيق ،

المؤلف

د. حسين صلا غنيم

فهرس

الصفحة	المحتويات
١٧	الفصل الأول : مفهوم وطبيعة وتطور وظيفة الإنتاج والعمليات
١٧	١ - ١ مقدمه
١٨	١ - ٢ مفهوم وظيفة الإنتاج
١٨	المدخلات
٢٠	العمليات التحويلية
٢١	المخرجات
٢٢	٣ - إدارة الإنتاج والعمليات كنظام
٢٥	١ - ٤ تقديم الخدمات
٢٦	١ - ٥ نشأة وتطور إدارة الإنتاج
٣٠	١ - ٦ مستقبل إدارة الإنتاج والعمليات
٣٠	التقدم التكنولوجى الهائل
٣١	زيادة درجة الميكنة
٣٢	إتساع نطاق التعامل للمشروعات
٣٥	الفصل الثانى : وظائف إدارة الإنتاج والعمليات
٣٥	١ - ٢ تصميم وتطوير المنتجات والخدمات
٣٦	٢ - ٢ اختيار موقع المصنع
٣٧	٣ - ٣ تجهيز المصنع بالمعدات والآلات

المحتويات	الصفحة
٢-٤ الترتيب الداخلى للمصنع	٢٨
٢-٥ تصميم وقياس طرق العمل	٢٩
٢-٦ التنبؤ بحجم الإنتاج	٣٩
٣-٧ تخطيط وجدوله الإنتاج	٤٠
٢-٨ إدارة وتوفير المواد الخام	٤١
٢-٩ إدارة المخزون	٤١
٢-١٠ مراقبة المخزون	٤١
٢-١١ أنواع العمليات الصناعية	٤٢
الورش الإنتاجية	٤٣
الإنتاج المستمر	٤٣
عمليات إنتاجية	٤٤
المشروعات	٤٥
صناعات تجميعية	٤٦
صناعات تحويلية	٤٦
صناعات تحويلية	٤٦
صناعات إستخراجية	٤٦
٢-١٢ أهداف إدارة الإنتاج / العمليات	٤٧
الفاعلية	٤٧
الكفاءة	٤٧
تكلفة الوحدة	٤٨

الصفحة	المحتويات
٤٨	المساهمة في الربح
٤٩	الإنتاجية
٥٠	١٣-٢ المجال الوظيفي في إدارة الإنتاج والعمليات
٥١	الفصل الثالث : إختيار موقع المصنع والترتيب الداخلي للآلات
٥١	١ - ٣ تحديد الموقع
٥٢	الخطوات اللازمة لإختيار الموقع
٥٤	المفاضلة بين الربح والخسر عند إختيار موقع المصنع
٥٥	إعادة تحديد الموقع
٥٦	أدوات تحليل يمكن إستخدامها في إختيار الموقع
٥٩	الحاجة إلى الإستعانة بالمكاتب الإستشارية
٥٩	٢ - ٣ الترتيب الداخلي للمصنع
٦١	الاشكال المختلفة لترتيب الداخلي للمصنع
٦١	الترتيب حسب العمليات
٦٣	الترتيب حسب المنتج أو حسب خط الإنتاج
٦٦	العوامل التي تأخذ في الحسبان عند تحديد الترتيب الداخلي للمصنع
٦٦	إتخاذ القرار الخاص بالطاقة المطلوبة للمصنع
٦٩	التكاليف الخاصة بالترتيب الداخلي للموقع
٧٠	عوامل أخرى
٧١	البيانات اللازمة لترتيب الداخلي للمصنع

المحتويات	الصفحة
الفصل الرابع : التنظيم الإداري للصنع	٧٣
٤ - ١ مقدمة	٧٣
٤ - ٤ أهم المبادئ الأساسية اللازمة لإعداد التنظيم الإداري	٧٤
تدعيم وجود المستويات الإدارية	٧٤
خلق مراكز مسئولية محدده	٧٤
خلق نطاق مقبول للإشراف	٧٦
تفويض الإدارة العليا لأعمال التخطيط والمتابعة	٧٦
خلق كوادر إداريه	٧٦
٣ - ٤ أوجه النشاط الرئيسي للصنع	٧٧
إدارة الإنتاج	٧٧
إدارة الصيانة	٧٨
تخطيط ومراقبة الإنتاج	٧٩
مراقبة الجودة	٨٠
إدارة الإحتياجات	٨٠
إدارة المخازن	٨١
الفصل الخامس : تصميم وتطوير المنتجات والخدمات	٨٣
٥ - ١ تنوع المنتجات	٨٤
أسباب الإحتياج إلى التنوع	٨٥

الصفحة	المحتويات
٨٧	المشاكل والمخاطر المحيطة بالتوسع في خط الإنتاج
٩٠	٥ - ٢ التبسيط
٩١	الزوايا التي يمتد بها التبسيط للفروع
٩٢	عناصر التبسيط
٩٢	٥ - ٣ دورة الحياة الخاصة بالمنتج
٩٤	٥ - ٤ البحث والتطوير
٩٥	ظهور منتجات جديدة
٩٧	إدخال تعديلات على منتجات قائمة
٩٨	إدخال إستراتيجيات جديدة لمنتجات قائمة
٩٨	عبء جديد
٩٨	٥ - ٥ تصميم المنتج
٩٩	الوظيفة التسويقية
٩٩	الوظيفة الإنتاجية
٩٩	الوظيفة المالية
١٠١	٥ - ٦ متطلبات الإنتاج
١٠١	المواد الخام

الصفحة -	المحتويات
١٠٢	الفرض المطلوب من إنتاج السلعة
١٠٣	الحاجة للتنميط
١٠٥	بيانات بحوث التسويق
١٠٦	الموارد
١٠٦	اختبار المنتج الجديد
١٠٧	٥ - ٧ تحديد خصائص المنتج
١٠٧	٥ - ٨ قائمة الموارد اللازمة للوحدة المنتجة
١٠٨	٥ - ٩ تصميم الخطمات
١١١	الفصل السادس : تخطيط وجدولة الإنتاج
١١١	٦ - ١ التنبؤ بالطلب
١١٤	تحديد الهدف
١١٥	اختبار الفؤوج
١١٦	النماذج التحككية أو التقديرية
١١٧	تحديد متوسط حجم الطلب
١٢٣	طريقة توفيق المتحنيات كأساس لتقدير الطلب
١٢٤	طريقة المربعات الصغرى
١٢٩	الإحصاء المتعدد

الصفحة	المحتويات
١٣٥	تقييم النموذج قبل التطبيق
١٣٦	تطبيق النموذج
١٣٦	تقييم فاعلية النموذج
١٣٦	٢ - ٦ التخطيط للإنتاج
١٣٧	نقطة التعادل
١٤٢	البرامج الحظية
١٤٤	مثال
١٤٦	مثال
١٤٩	الحل باستخدام الرسم البياني
١٥٤	مثال
١٥٨	مثال
١٥٩	طريقة السيليكس
١٦١	٢ - ٦ جدول برامج الإنتاج
١٦٥	نموذج الترتيب في حالة وجود آتين
١٨٤	نموذج الترتيب في حالة وجود ثلاثة آلات
١٨٧	نموذج الترتيب في حالة وجود مرآة
١٩٢	ترتيب أوامر الإنتاج في حالة الإلتزام بمواعيد تسليم محددة
١٩٣	تحليل عدد الأوامر التي تتعرض للتأخير

الصفحة	المحتويات
١٩٦	تقليل أكبر وقت التأخير
١٩٧	تقليل وقت الإنتظار
١٩٧	حالة عدم وجود أولويات لأوامر الإنتاج
١٩٩	حالة وجود أولويات تمكس الأهمية النسبية لأوامر الإنتاج
٢٠٠	نموذج التخصيص
٢١٣	الفصل السابع : نماذج المخزون
٢١٣	٢-٧ مقدمة
٢١٤	٣-٧ تحديد الكمية الاقتصادية للطلب (نموذج Wilson)
٢٢٥	٤-٧ تحديد الكمية الاقتصادية للطلب في حالة وجود خصم كمية
٢٢٩	٥-٧ تحديد الكمية الاقتصادية في حالة عدم إمكانية التوريد دفعة واحدة
٢٢٩	٥-٧ تحديد الكمية الاقتصادية في حالة السماح بتلبية الطلب أثناء فترة نفاذ المخزون
٢٢٣	٦-٧ تحديد الكمية الاقتصادية للشراء في حالة عدم تساوى الطلب من فترة لأخرى
٢٤١	٢٤١
٢٤٧	الفصل الثامن : دراسة طرق العمل والعنصر البشرى في النظم الإنتاجية
٢٤٧	٨-١ مقدمة
٢٤٩	٨-٢ تصميم طرق العمل
٢٤٩	الخرائط التجميعية
٢٥١	خرائط العمليات أو التفصيل

المحتويات	صفحة
عوامل تدفق عمليات التشغيل	٢٥١
المستندات الخاصة بخطط سير العمليات	٢٥٢
٨-٣ قياس العمل	٢٥٥
إستخدام البيانات التاريخية كأساس للتنبؤ	٢٥٥
دراسة الزمن	٢٥٦
التحديد المسبق لأنماط الوقت الخاصة بالعمل	٢٥٦
استخدام البيانات للمبدئية	٢٥٧
دراسة حصة عمل	٢٥٧
معدلات دراسة العمل	٢٥٧
٨-٤ أنواع التنظيم الإنتاجية والعلاقة بين العنصر البشرى والآلة في كل منها	٢٥٨
مدخلات للمعلومات	٢٥٩
المجهود الإنسانى ودوره داخل النظام	٢٦٠
ظروف العمل وآثرها على كفاءة النظام	٢٦٢
٨-٥ تنمية القدرات الخاصة بالعنصر البشرى	٢٦٩
الأسس النظرية للتدريب وتطبيقاته العملية	٢٧٠
مصادر التعرف على الإحتياجات التدريبية	٢٧١
العلاقة بين معدلات الأداء والإحتياجات التدريبية	٢٧٢
أنواع معدلات الأداء	٢٧٣
للبادئ التى تراعى عند وضع معدلات الأداء	٢٧٣
الطرق المستخدمة لإستخراج معدلات الأداء	٢٧٣

الاحتياجات	صفحة
مسئولية الأجهزة عند تحديد احتياجاتها التدريبية	٢٧٤
الظروف التي تواجه الاحتياجات التدريبية	٢٧٥
خلاصة	٢٧٦
فصل التاسع: الآلات والامدادات اللازمة للإنتاج	٢٧٧
١- أنواع الآلات	٢٧٧
الآلات التي يتم تشغيلها يدوياً	٢٧٨
الآلات النصف أوتوماتيكية	٢٧٨
الآلات الأتوماتيكية	٢٧٩
الأوتوماتيكية	٢٨٠
آلات عامة الغرض	٢٨٢
آلات متخصصة الغرض	٢٨٣
١-٢ العوامل التي تحكم اختيار الآلة	٢٨٣
١-٣ إستبدال الآلات	٢٨٤
الحاجة إلى دراسة البدائل المتاحة قبل اتخاذ قرار الإحلال	٢٨٦
مقياس المقارنة	٢٨٩
الأفق الزمني للتخذ أسساً للمقارنة	٢٩٠
العوامل الأخرى التي تفرج عن حساب المكسب والخسارة	٢٩١
حجم الإنتاج المتوقع على مر الزمن	٢٩٢
عناصر التكلفة	٢٩٢

الصفحة	المحتويات
٢٩٢	تقديرات التكلفة
٢٩٢	الصعوبات التي تصاحب دراسات الإحلال
٢٩٥	أمثلة توضح قرارات الإحلال
٣٠٥	نموذج الإحلال الأساسي
٣٠٨	كيفية معالجة الاختلاف في العزم الإنتاجي للآلات محل الدراسة
٣١٢	تعديد الوقت الأمثل لإحلال آلة بأخرى مماثلة لها
٣٢٠	٩-٤ حالة عملية (إحلال سيارة)
٣٤٠	٩-٥ سياسة الإحلال في ظل الزيادة المستمرة في الأسعار
٣٤٠	٩-٦ الصيانة
٣٤٢	التنظيم الخاص بالصيانة
٣٤٤	العلاقة بين أقسام الصيانة وبين أقسام التشغيل
٣٤٤	تطوير السياسات الخاصة بالصيانة
٣٤٧	التوريمات الإحتالية الخاصة بأوقات العطل
٣٤٨	الصيانة الوقائية كأسلوب بديل لإصلاح الآلات
٣٤٩	بعض القواعد الإرشادية لرفع كفاءة الصيانة الوقائية
٣٥١	التخطيط للصيانة
٣٥١	الجدولة الزمنية
٣٥٢	تطوير برامج الصيانة
٣٥٣	تعديد حجم العمل وأعباءه
٣٥٣	متابعة تقدم العمل

المحتويات	صفحة
إدارة مخازن الصيانة	٣٥٤
مراقبة أعمال الصيانة	٣٥٥
معايير الأداء	٣٥٦
تقارير الإدارة	٣٥٧
بعض الأسباب التي أدت إلى انخفاض مستوى الأداء في أعمال الصيانة	٣٥٨
الفصل العاشر : الرقابة على الجودة	٣٥٩
١-١٠ مقدمة	٣٥٩
٢-١٠ معنى الجودة	٣٦٠
٣-١٠ أبعاد الجودة	٣٦١
٤-١٠ أين يبدأ الجودة	٣٦٢
٥-١٠ اختبارات التكلفة	٣٦٥
المراجع	٣٦٨

الفصل الأول

مفهوم وطبيعة وتطور وظيفة الإنتاج والعمليات

١-١ مقدمة :

ينعم الإنسان في العصر الحالي بعدد هائل من السلع والخدمات التي تشبع حاجاته ، كما أن هذه السلع والخدمات عرضة للإحافه والتعديل والحذف بشكل مستمر الأمر الذي يصعب معه التنبؤ بما سوف يكون عليه الحال في المستقبل القريب . فقد بين توفلر Alvin Toffler في كتابه الشهير^(١) ، أنه إذا تم تقسيم الـ ٥٠,٠٠٠ سنة الاخيرة والتي تمثل حياة الإنسان إلى فترات طول كل فترة منها ٦٢ سنة تقريباً والتي تمثل متوسط الحياة للفرد ، فإنه يمكن بذلك تقسيم الـ ٥٠,٠٠٠ سنة هذه إلى ٨٠٠ فترة قضى الإنسان الأول منها ٦٥٠ فترة في الكهوف ، وأنه في خلال الـ ٧٠ فترة الأخيرة قد عرف الكتابة ، أما الطباعة فقد عرفت فقط في الستة فترات الأخيرة ، وتم قياس الوقت بطريقة دقيقة في الأربع فترات الأخيرة ، كما تم استخدام الآلات الكهربائية في الفترتين الأخيرتين ، أما باقي السك المائل من السلع والخدمات فقد عرفت فقط في الفترة الأخيرة من حياة الإنسان .

ولذا تهتم كثير من المنظمات الكبيرة مثل الـ IBM للحاسبات الآلية وشركات السيارات وغيرها من الشركات الكبيرة بالدراسة المستمرة للظروف المستقبلية حتى يمكن توقع المشاكل التي يمكن أن تواجهها هذه الشركات بسبب الرغبة المستمرة في مواجهة التغيرات السريعة والمستقبلية ، وحتى يمكنها إجراء التعديلات اللازم .

(١) Toffler, Alvin, Future Shock. Ch. I, New york. Random House. 1970 .

إدخالها على العمليات التي تجري على مدخلات هذه المنظمات وبالهكل الذي يؤدي إلى الحصول على الأشكال الجديدة وللتطورة للمخرجات من السلع والخدمات .

وتمثل عملية إدارة هذه العمليات الخاصة بتحويل مدخلات النظام إلى مخرجات في شكل سلع وخدمات تشبع رغبات وحاجات المستهلكين لب وأساس علم إدارة الإنتاج أو في معناه الواسع إدارة العمليات .

Production/Operations Management (POM)

١-٢ مفهوم وظيفة الإنتاج :

توجد وظيفة إدارة الإنتاج في أي منظمة من منظمات الأعمال شأنها في ذلك شأن وظيفة التمويل والتسويق . فبينما تتم وظيفة التمويل بتوفير مصادر الأموال واستخدامها ووظيفة التسويق ببيع وتوزيع المنتجات والخدمات التي تقدمها للمنظمة ، فإن وظيفة الإنتاج تمثل الضلع الثالث لهذا المثلث الرئيسي لوظائف المشروع ، وفيها يتم استخدام الأموال التي توفرها الإدارة للمالية في شراء المواد والآلات وتشغيل العمال من أجل تحويل مجموعة المدخلات هذه إلى سلع وخدمات والتي تتولى بيعها وتوزيعها إدارة التسويق .

أي أن الإنتاج هو العملية التي بموجبها يمكن أن تقدم السلع أو الخدمات إلى المستهلك ، ويمكن فيما يلي توضيح العناصر الثلاثة للعملية الانتاجية .

١-٢-١ المدخلات :

تبدأ الوظيفة الإنتاجية بتوفير وتشغيل للدخلات ، إذ يتطلب تقديم أي منتج أو خدمة استخدام مجموعة كبيرة من المواد الخام والآلات والعمالة ، فتقوم مثلاً شركة جنرال موتورز الأمريكية بتشغيل عشرات الآلاف من العمال ابتداءً بالعمال غير المهرة والعمال نصف المهرة والعمال المهرة والملاحظين والمشرفين

حوافنين ، هذا بالإضافة إلى قيامها باستخدام آلات ومعدات ومواد خام تزيد قيمتها على بلايين الدولارات وبما يزيد على ٩٠ مليون دولار بومياً ، وذلك لإنتاج ملايين السيارات المطلوبة . وعلى العكس من ذلك قد نجد بعض المشروعات الصغيرة توظف عدد محدود من العمال وتستخدم عدد محدود من المعدات والآلات . إلا أن كلا النوعين من المشروعات يقوم أساساً بتقديم السلع أو الخدمات إلى المستهلك .

ونشير هنا إلا أن تعدد قائمة المدخلات من المواد الخام والمعدات والآلات اللازمة للكثير من المشروعات يلقي عبئاً كبيراً على إدارة الإنتاج التي تقوم بإدارة وتشغيل هذه المدخلات ، إذا يؤدي عدم توافر أى نوع من المواد الخام أو قطع التيار إلى تعطيل العملية الإنتاجية كلها ، الأمر الذى يظهر أهمية مراقبة المخزون من أجل ضمان توافر هذه المواد والمهمات بشكل صالح للاستعمال ، كما أن توقف أى آلة لسبب من الأسباب قد يؤدي إلى توقف المصنع ككل ، كما أن تعدد وتنوع الأيدي العاملة يزيد ولا شك من العبء الملقى على إدارة المشروع .

وتقع مهمة توفير المدخلات الرأسمالية كالأرض والمباني والآلات بصفة عامة على طاق الإدارة العليا في المنظمة ، ولقى عادة ما تلجأ إلى المكاتب الإستشارية الخارجية في هذا الصدد خاصة إذا ما تميزت هذه الأعمال بعدم التكرار كما هو الحال في معظم المنظمات . إلا أنه في أحيان أخرى كما هو الحال بالنسبة لشركات الفنادق الكبيرة ومتاجر السلسلة التي تقوم بفتح فروع جديدة بشكل مستمر في الأماكن المختلفة ، فإن الأمر يقتضى في هذه الحالة وجود فريق عمل دائم لتوفير هذه المدخلات الرأسمالية الخاصة بالمنظمة .

أما المهمة الخاصة بتعبئة الأفراد فتقع أساساً على طاق مدير الأفراد الذي يتولى عمليات القيام بأعمال الإعلان عن الوظائف وتنظيم المقابلات الخاصة

براغي العمل وإختبارهم وإختيار الصالح منهم وتعيينهم وتسيكيتهم على الوظائف المناسبة ، وتقييم أدائهم وتحديد مكافآتهم وتقرير إنهاء خدمتهم . كما تقدم إدارة الأفراد الخدمات اللازمة لباقي المنظمة وذلك عن طريق توفير الأيدي العاملة في الوقت وفي الوظيفة المناسبة وكذا تدريب الأفراد وتنمية كفاءتهم .

وتتولى إدارة المشتريات مهمة توفير المواد الخام وهي عملية لا تقل في أهميتها بلا شك عن عملية تصنيعها ، وبالتالي رغم أن العاملين بإدارة أوقسم المشتريات قد يمثلون نسبة ضئيلة من حجم العمالة في المشروع إلا أن لما تأثير أساسيا وفعلا على ربحية المشروع . وسوف نتناول هذا الجانب الخاص بتوفير المواد الخام بما يتفق مع خطة الإنتاج بشئ . من التفصيل في الفصل السابع من هذا الكتاب .

١ - ٢ - ٢ العمليات التحويلية :

ويتمثل ذلك في العمليات الصناعية بتحويل المدخلات التي يتم تجميعها في صورة سلع أو خدمات أكثر نفعا وصلاحية لإشباع حاجات المستهلك .

وقد يتمثل للمستهلك الخاص بهذه السلع والخدمات في المستهلك النهائي أوفي منشأة أخرى تقع كحلقة من حلقات سلسلة تحويل المواد الطبيعية إلى صورة سلع وخدمات نهائية تشبع رغبات المستهلك النهائي .

ويجدر الإشارة هنا إلى بيسان الفرق بين تكنولوجيا عملية التحويل technology of transformation وبين الأساليب والطرق المتبعة في إجراء عملية التحويل هذه methodology of transformation إذ تعبر تكنولوجيا التحويل إلى الأسس العلمية المتبعة في تحويل المدخلات إلى المخرجات المطلوبة والتي عادة ما تكون متشابهة داخل الصناعة الواحدة، إلا أنها تكون مختلفة تماما عنها في الصناعات الأخرى . فالتكنولوجيا المتبعة مثلا في صناعة البترول الصناعية

يتحويل البنزول الخام إلى منتجات نهائية كالبنزين والكيروسين والأسفلت وغيرها من المنتجات البترولية ، لا تختلف كثيرا داخل صناعة البنزول ، إلا أنها تختلف تماما عن التكنولوجيا الخاصة بصناعة منتجات الالبان مثلا والخاصة بتحويل اللبن إلى منتجات نهائية كالجبين والزبد والاييس كريم وغيرها من منتجات الالبان .

إلا أن إختلاف التكنولوجيا في الحالتين لا يحول دون تشابه أساليب وطرق عمليات التحويل methodology of transformation ، الامر الذي يؤدي إلى إمكانية تطبيقها في كلا الحالتين . فالمشاكل الخاصة بالتنظيم والمراقبة والتخزين والصن و بصفة عامة مشاكل الادارة في كلا الصناعتين تشابه إلى حد كبير .

وسوف نتم في هذا الكتاب بطرق وأساليب عمليات التحويل هذه ، مع ضرب بعض الأمثلة من الصناعات المختلفة كلما أمكن ذلك . فأساسيات عمليات التخزين والطرق المستخدمة في كلا الحالتين واحدة تقريبا .

ولذا فإن المبادئ العلمية الخاصة بإدارة الإنتاج والعمليات (POM) تطبق على للصانع والمتاجر والمستشفيات والفنادق وشركات المقاولات وشركات إصلاح السيارات وكذا الأجهزة الحكومية والجامعات وغيرها من المنظمات المختلفة .

١ — ٢ — ٣ المخرجات :

يسهل تمييز مخرجات أى شركة ، إذ تمثل مخرجات شركة لإنتاج السيارات : السيارات ومخرجات مطعم معين في المأكولات ومخرجات الجامعة في عدد ونوعية الخريجين ، إلا أنه نادراً ما تمثل مخرجات منظمة ما في نوع واحد فقط بل عادة ما تتمدد بشكل كبير ، فنجد أن منتجات شركة لإنتاج السيارات تنتوع من حيث حجم السيارات المنتجة وشكلها الخارجى وألوانها ، كذلك قد تنتج التلاجات ، كما أنها تقدم بالإضافة إلى السلع المادية المللوسة الكثير من الخدمات

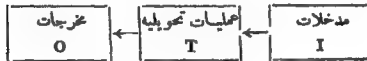
والتي قد تتمثل في الضائقات المقدمة للمستهلك والشروط القويلية الميسرة وتدريبه.
المستهلك على كيفية الاستعمال وغيرها من المخرجات المختلفة .

وهنا يجب على المنظمة دراسة سلسلة المخرجات الممكنة فقد تكمل بعض
المخرجات بعضها البعض الآخر وعلى العكس من ذلك قد تتعارض بعضها مع
بعض المخرجات الأخرى .

ونشير هنا إلا أنه وإن بدأت عملية التصنيع بالحصول على الخامات ثم إجراء
العمليات عليها وتحويلها إلى منتج نهائي ، إلا أنه من ناحية إتخاذ القرار عادة
ما تبدأ بطريقة عكسية ، إذ تبدأ المنشأة بتصميم المنتج النهائي ، والتنبؤ بالمبيعات .
الممكنة ، ثم ترجمه ذلك إلى عمليات إنتاجية معينة مع تحديد المدخلات اللازمة
لوصول إلى هذا المنتج النهائي بالمواد صفات والكميات المطلوبة . أى أن المخرجات .
النهائية تعد بمثابة الهدف الذي يبدأ منه اشتقاق باقي القرارات .

٢-١ إدارة الإنتاج والعمليات كنظام :

إذا نظرنا إلى الإنتاج كنظام ، فإن السلع أو الخدمات هي مخرجات هذا
النظام ، وتستخدم بعض المدخلات لإنتاجها خلال العمليات الإنتاجية ، وطية .
فانه يمكننا تعريف نظام الإنتاج على أنه تحويل المدخلات I إلى مخرجات O .
خلال العملية الإنتاجية T حيث $T(I) = O$



نموذج النظام الإنتاجي

شكل (١ - ١)

وحق يحقق النظام الإنتاجى الكفاءة المطلوبة يجب أن تزيد قيمة المخرجات عن التكلفة الإجمالية للدخلات وبالتالي يتحقق الربح .

ولضمان تحقيق أهداف النظام الإنتاجى يجب أن يتم تصميمه أولا ، ثم تبنى مرحلة التنفيذ ، ثم القيام بمراقبته ومتابعة العمليات الإنتاجية داخله من أجل ضمان إنتاج السلع والخدمات بالمواصفات السابق ، تحديثها ، ووضع الجدول التالى مراحل دورة حياة النظام .

المرحلة الاولى الدراسة والتصميم	المرحلة الثانية التنفيذ والإنشاء	المرحلة الثالثة التشغيل والمراقبة والتقييم
<ul style="list-style-type: none"> - التعرف على المشكلة - تحديد الأهداف - دراسة النظام القائم - تحديد متطلبات النظام الجديد - تصميم النظام الجديد 	<ul style="list-style-type: none"> تفاصيل تصميم النظام تصميم نوع المعلومات وضع البرامج اختيار النظام الإعداد لتشغيل النظام 	<ul style="list-style-type: none"> التشغيل الفعلى تحليل الكفاءة التشغيلية تعديل النظام صيانة النظام

مراحل دورة حياة النظام

جدول رقم (١ - ١)

وتهدف المرحلة الأولى الى وضع نظام للشروع أو أى جزء فيه (تسويق - إنتاج - تمويل) وحق يمكن تحقيق ذلك فانه يصبح من الضرورى التعرف على المشاكل التى يراد حلها ، وكذلك تحديد وبطوره الأهداف الخاصة بالنظام وجمع المعلومات المتعلقة بذلك ، ويتطلب ذلك تعاوناً وثيقاً بين كل من على النظام ورجال الإدارة وعليهم أن يأخذوا فى الحسبان الإمكانيات والموارد اللازمة لتنفيذ العمل ، وتكون الخطوة الأخيرة هى إعداد تقرير يتضمن الملامح الأساسية للنظام الجديد .

أما المرحلة الثانية فتهدف إلى تنفيذ النظام المقترح وذلك بتحويله من مجرد خطة عمل إلى حقيقة ملموسة ، ويتطلب هذا شرح تفاصيل النظام وذلك بتصميم أنواع للدخلات والمخرجات الخاصة به وكتابة برامج الحاسب الالكترونى ، كذلك فإنه يجب اختبار تدفق البيانات داخل النظام ويتم هذا بمقارنة عمليات الحاسب الالكترونى للنظام الجديد من ناحية وعمليات ونتائج النظام القديم من ناحية أخرى ، وبعد ذلك تأتي عملية التحويل إلى النظام الجديد كلية بعد مرور فترة كافية للتأكد من دقة عملياته وإمكان الاعتماد على نتائجها .

أما المرحلة الثالثة فهي تلك التي تتعلق بتفعيل وتقييم وتعديل النظام الجديد، فقد يظهر الكثير من المشاكل أو الأخطاء أثناء التشغيل ، وقد يستدعى الأمر ضرورة إجراء بعض التعديلات لتنظف على المصاعب التي لم يكن بالإمكان التنبؤ بحدوثها سلفاً، ومن ناحية أخرى فقد يستوجب الأمر ضرورة عمل بعض التعديلات لتتماشى مع ما تحمله البيئة الخارجية من متطلبات ، مثل التغير في قوانين الضرائب أو الاستيراد .. إلخ ، وأخيراً فإنه يجب القيام بصيانة النظام حتى يمكن ضمان بقائه في حالة صالحة للعمل وبمستوى كفاءة معينة ، ويجب أن نشير إلى أن هذه المراحل الثلاثة لدورة النظام ليست منفصلة تماماً ، وإنما تتداخل مع بعضها البعض في كثير من الأحيان .

ومن أجل مسيرة التطور ، كان لزاماً على الإدارة دائماً أن تقوم بإعادة تصميم الكثير من أنشطتها سواء كان ذلك متعلقاً بتطوير خطوط منتجاتها كإضافة منتجات معينة إلى خطوط المنتجات القديمة أو الإستغناء عن بعض منها وما يصاحب ذلك من تطوير للتنظيم ذاته كإضافة إدارات أو أقسام جديدة أو التخلص من بعض الأقسام القائمة ، الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى تعقيد صورة التنظيم ، إلا أن الأمر الهام هو أن القاعدة الأساسية التي يقوم عليها أى نظام هو ضرورة تصميمه كوحدة متكاملة مبنية على أهداف محددة يجب تحقيقها وليس على أشخاص أو معدات معينة .

٢ - تقديم الخدمات :

كثيراً ما يفهم الإنتاج أو النشاط الإنتاجي على أنه الإنتاج الصناعي فقط ، ويرجع ذلك إلى أن مشاكل الإنتاج لم تظهر بوضوح إلا في المصانع ، كما أن الأبحاث والتجارب العلمية التي قام بها رواد الإدارة الأوائل تركزت كلها داخل المصنع ، وحتى البحوث العلمية التي تتم إلى وقتنا هذا في مجال الإنتاج ما زالت تنصب على المشاكل الإنتاجية في الصناعة .

إلا أن فيما سبق قصوراً واضحاً عن المعنى الشامل الذي يشمل الإنتاج ، فلفظ الإنتاج في معناه الواسع يشمل مختلف صور الإنتاج الصناعي والزراعي وإنتاج الخدمات المختلفة ، ومن ثم فإن النشاط الإنتاجي يشمل كل الأنشطة أو العمليات اللازمة لإنتاج سلعة أو تقديم خدمة وهذا هو السبب في انتشار استخدام اصطلاح (إدارة العمليات بدلاً من إدارة الإنتاج في السنوات الأخيرة .

إذ يمكن استخدام كثيراً من الأسس والمبادئ التي نشأت أصلاً لخدمة الإنتاج في المصانع وتطبيقها في المنظمات الغير متجانسة بما في ذلك منظمات الخدمات والتي قد لا تهدف أيضاً إلى تحقيق أرباح ، ويشمل الفرق في استخدام هذه المبادئ العملية في تقنين أساسيين فقط هما :

— اختلاف درجة الأهمية من مشروع لآخر ، فلا شك أن إدارة المواد الخام في أحد البنوك له تأثير أقل بكثير في إنجاح أعمال البنك عنه بالنسبة لتأثير إدارة المواد الخام في إنجاح أعمال أحد للشروعات الصناعية ، وإذا فإن حجم الجهد ودرجة التعميد في الرقابة على المخزون تقل كثيراً في البنوك عنها في المشروعات الصناعية .

— اختلاف المصطلحات واختلاف التكاليف والوقت وغيرها من المقاييس المستخدمة ، فنستخدم نظرية صفوف انتظار مثلاً كأداة لتحديد حجم الطاقة

وكذا في جدولة أوامر الإنتاج في المنشآت الصناعية ، إذ يتم الموازنة بين تكاليف انتظار المواد الخام تمهيداً لإتمام عملية التصنيع الخاصة بها وبين تكاليف إضافة آلات جديدة وإحتمال بقاءها عاطلة في أوقات قلة الإنتاج . وهنا يمكن تطبيق نفس النموذج في المستشفيات مع اختلاف المصطلحات ؛ فيقابل المواد الخام والآلات في المشروح الصناعي المرضى والأطباء المقيمون في المستشفيات .

ورغم صعوبة تحديد تكلفة انتظار المرضى في المستشفيات عنه بالنسبة لتحديد تكلفة انتظار المواد الخام لعمليات التشغيل ، إلا أنه ليس من المستحيل تحديدها .

وعلى هذا الأساس فإنه مع زيادة مشروعات الخدمات بشكل مستمر ، فإنه من الضروري تطوير وتطويع مبادئ إدارة الإنتاج بشكل مستمر لكي يمكن إستخدامها في مجال الخدمات . ورغم ضخامة التحديات التي سوف تواجهنا في هذا الصدد ، إلا أن العائد المتوقع يبرر مواجهة مثل هذه التحديات .

١ - ٥ - نشأة وتطور إدارة الإنتاج :

تعتبر وظيفة الإنتاج من أقدم الوظائف التي مارسها الإنسان على مر العصور ، أياً كان شكل التنظيم الذي تم داخله . فقد ظهرت عمليات التصنيع مع إنتاج أول أداة ساعدت الإنسان الأول على أداء أعماله ، ثم أخذت عمليات التصنيع في التطور المستمر حتى وصلنا اليوم إلى الحد الذي نجد عنده أن معظم الأشياء التي تقع عليها أبصارنا هي في الحقيقة منتجات تم تصنيعها .

ورغم أن ظهور عمليات التصنيع يرجع كاسبق إلى العصور الأولى مع نشأة أول أداة تساعد الإنسان الأول في أداء أعماله ، ورغم التقدم الثابت والمستمر في الأعمال الصناعية ، إلا أن الدراسات الخاصة بإدارة الإنتاج تعد من الموضوعات الحديثة نسبياً والتي يرجع تاريخها إلى الـ ٢٠ سنة الأخيرة فقط ، بل يمكن القول

أن تناول هذا الموضوع بشيء من التفصيل لم يبدأ حقيقة إلا في الـ ٨٠ سنة الأخيرة فقط .

فرغم التقدم الصناعي نسبيا في القرن الخامس عشر وظهور بعض الصناعات الكبيرة مثل صناعة السفن ، إلا أن الأسواق المتاحة أمام هذه الصناعات بالإضافة إلى أنظمة التوزيع وغيرها من الخدمات المعاونة لم تكن بالحجم الكافي الذي يمكن من ظهور نظام الإنتاج الكبير في ذلك الوقت . كما أن التكنولوجيا المتوافرة في ذلك الوقت لم تكن كافية لإمكان إنتاج بعض الاجزاء بشكل كبير يمكن معه إحلال بعض الاجزاء المستهلكة السلع المصنعة بهذه الاجزاء . الخطية والمماثلة للاجزاء المستهلكة تماما . ثم تلى ذلك ظهور صناعة النسيج في القرن الثامن عشر وإنقشار الحركة الصناعية بالعالم .

وتعتبر سنة ١٧٧٦ بداية الطريق الذي سار فيه الكثيرون من وضعوا الاسس العملية لإدارة الإنتاج ، فقبل ذلك كان أصحاب الحرف ينتجون ما يكون حاجاتهم الشخصية أو يقومون باستبدال جزء من إنتاجهم بمنتجات أخرى يحتاجونها من إنتاج الحرفيين الآخرين ويتم ذلك بالاستمارة بأدوات إنتاج بسيطة يمتلكونها ، وعلى هذا كان صاحب العمل هو المدير والمالك والعامل ، وإذا احتاج إلى معاونة ما في القيام بالعمل فعادة ما كان يتم ذلك من أفراد الأسرة ، أي أن عنصر رأس المال وعنصر الإدارة وعنصر العمل كلهم كانوا متحدين وممثلين في شخص واحد ، ومن ثم فإن نظام المصنع بفهمه الحالي لم يكن له وجود تقريباً .

وقد جاء آدم سميث بكتابات المشهورة في كتابه « ثروة الأمم » عام ١٧٧٦ الذي يعتبر دعامة أساسية في تطور إقتصاديات الإنتاج وأوضح أهمية تطبيق مبدأ تقسيم العمل في أي مشروع والمزايا العديدة التي تنتج عنه ، وجاء شارلي بايبيج ليدعم النتائج التي وصل إليها آدم سميث .

وقد صاحب تلك الفترة وتلاها تقدم صناعى كبير ، حيث زاد عدد المشروعات الصناعية واتسع حجمها ، وزاد الطلب على المنتجات الصناعية وبالتالي زادت الكميات المنتجة من السلع وتنوعت .

ولاشك كان لكل هذه التغيرات آثارها الواضحة على الإدارة ، فأصبحت أهميتها أكثر تعقيداً عن ذى قبل ، ولم يعد الأمر كما كان من قبل مقتصرأ على المشروع الفردى ، بل أصبحت هناك المشروعات والشركات الكبيرة ، ومن ثم انفصل عنصر العمل عن رأس المال الذى انفصل فيما بعد كذلك عن عنصر الإدارة ، وبالتالي ظهر التعارض فى المصالح والأهداف الخاصة بكل من هذه العناصر ، كل هذه المشاكل والتناقضات كانت بمثابة ضغوط قوية على الإدارة دفعتها إلى التفكير فى الوصول إلى وسائل علمية لمواجهة وحل هذه المشاكل الجديدة وحتى تسار التطور الفنى الذى حدث فى الصناعة سواء فى نوعية الآلات أو مصادر الطاقة المستخدمة فى تشغيلها ، وعلى هذا كان لابد من ثورة إدارية تسار الثورة الصناعية التى غيرت من وجه المجتمع حينذاك .

ثم جاء فردريك تاييلور فى أوائل القرن الحالى وقام بدراساته وتجاربته التى تعتبر نقطة تحول فى الإدارة العلمية ، وقد ركز تاييلور إهتمامه ومعظم أبحاثه على المستوى التنفيذى للمشروع ، وقام بالعديد من التجارب بهدف الوصول إلى أساليب يمكن اتباعها من أجل زيادة الإنتاج ، ولهذا اهتم بمراقبة العامل وبحث فى تصميم طرق العمل وفى إيجاد حوافز تدفع العامل لأداء هذا العمل بكفاءة ودقة ، إلا أن أم ماقدمه تاييلور هو مبدأ فصل الأعمال التخطيطية عن الأعمال التنفيذية .

وقد ظل الفكر الإدارى الذى قدمه تاييلور أساساً متيناً للكثيرين من بعده من الباحثين فى المشكلات الإدارية والإنتاجية بصفة خاصة ، كما تعتبر أفكاره ومبادئه هى الدعامة التى قامت عليها الكثير من الأبحاث التى طورت فروع الإدارة الأساسية .

وجاء بعد تاييلور الكثيرون مثل «جانيت» صاحب الخرائط المعروفة باسمه كذلك فرانك ولييان جلبرت وإيمون وغيرهم ، إلا أن أحداً منهم لم يخرج عن النهج الأساسي الذي خطه تاييلور أو عن الفلسفة العامة التي سادت كتابته .

ثم ظهر الإنتاج الكبير في القرن العشرين بفضل ظهور بعض رجال الأعمال مثل هنري فورد الذي قام بتطبيق المبادئ العلمية السابقة وشيد إمبراطورية صناعية هائلة والتي كانت بداية لظهور العديد من السلع المستعدة الأخرى التي تستخدمها الآن . كما شهد القرن الأخير الكثير من الكتابات حول ظروف العمل وضرورة تحسينها ، فقد أدت كتابات أبتون سككلر إلى تدخل الحكومات وظهور الحركات العمالية التي عملت على حماية العمال وتوفير ظروف عمل ملائمة لهم .

ثم حدثت طفرة واضحة في مجال الإدارة نتيجة ظهور بعض الأساليب الإحصائية واستخدامها المراقبة لجودة الإنتاج في الصناعة ويعتبر Walter Shewart رائداً في هذا المجال .

وقد ساعدت الأبحاث التي تمت خلال العمليات الحربية في الحرب العالمية الثانية على التوصل إلى الكثير من الأساليب الرياضية الجديدة التي تساعد في اتخاذ القرارات وفي حل المشكلات الإنتاجية المختلفة ، وأهم ماظهر في تلك الفترة هو البرمجة الخطية التي ساعدت بشكل كبير على مواجهة المشاكل المختلفة والتوصل إلى أفضل الحلول الممكنة لها ، وكان ذلك نقطة البداية لظهور ما يعرف حالياً ببحوث العمليات Operations Research ، ومنذ هذه النقطة فقد تمتلكت بحوث العمليات في اشتراك مجموعة من العلماء في التعبير عن المشكلة في شكل نموذج رياضي ثم محاولة الوصول إلى حل لهذا النموذج الرياضي وذلك بالفكر الذي يمكن من حسن استغلال الموارد المتاحة .

ولقد أدت النتائج المشجعة التي أمكن التوصل إليها في الأبحاث العسكرية ، إلى قيام رجال الصناعة بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية بمحاولة الاستفادة منها ، وقد ظهرت الحاجة إلى ذلك في تلك الفترة بشكل كبير بسبب التخصص الوطني

في أداء أنشطة المشروعات ، وما صاحب ذلك من ضرورة التنسيق بين هذه الأنشطة المختلفة داخل المشروع والعمل على حسن توزيع الموارد المتاحة بينها بما يحقق الأهداف العامة للمشروع .

ولاشك أن ظهور الحاسب الآلي كان بمثابة العلامة الأساسية في تاريخ تطور علم إدارة الأعمال بصفة عامة وإدارة الإنتاج والعمليات بصفة خاصة ، إذ لم يقتصر تطبيقه فقط على الأعمال المحاسبية والأعمال الخاصة بالأفراد بل تعداها إلى التواحي المالية ونواحي التسويق والإنتاج . ولاشك أن الاستخدام المستمر للحاسب الآلي في مجال إدارة الإنتاج سوف يؤدي إلى الإستغناء عن العمالة في أداء بعض الأعمال الروتينية المتكررة ، وفي مقابل ذلك سوف تظهر الحاجة إلى خلق العديد من الوظائف الجديدة التي أصبح من الممكن تأديتها في ظل وجود حاسب آلي بعد أن كان من الصعب بل من المستحيل تأديتها لما تتطلبه من عمليات رياضية كثيرة ومعقدة .

١ - مستقبل إدارة الإنتاج والعمليات :

رغم ما يحيط بالتنبؤ بالمستقبل من عدم تأكيد ، إلا أنه يمكن تحديد ملامح الاتجاه العام لمجالات إنتاج السلع والخدمات وذلك فيما يلي :

١-٦-١ التقدم التكنولوجي الهائل :

من المتوقع حدوث تطور تكنولوجي هائل في السنوات المقبلة سواء كان ذلك بالنسبة للمنتجات الجديدة أو بالنسبة لطرق تصنيع هذه المنتجات ، فقد حلت على سبيل المثال الألياف الصناعية والبلاستيك محل القطن والجلود في كثير من المنتجات ، الأمر الذي غير من طبيعة العمل في كثير من الصناعات وظهرت بعض الصناعات وتلاشى البعض الآخر .

كما يتوقع أن تتحول شركات البترول إلى صناعة البتروكيماويات أساساً

مع ظهور بدائل أخرى للطاقة خلاف البترول ، كما أن صناعة الإلكترونيات سوف تقدم لنا منتجات جديدة لم تعرف من قبل وذلك كما هو الحال في مجال صناعة الساعات .

كما يتوقع استخدام أمثل للفضلات كاستخدامها كوقود للسيارات أو في صناعة السجاد أو مصدراً للطاقة .

١ - ٦ - ٢ زيادة درجة الميكنة :

من المتوقع إحلال الآلات بشكل مستمر محل الأعمال اليدوية كلما كان ذلك ممكناً ، إذ يؤدي ذلك إلى زيادة متوسطة الإنتاجية للفرد ، فيصبح المزارع قادراً بدرجة أكبر على زيادة إنتاجية الفدان ، وتصبح شركات التمدين قادرة بدرجة أكبر على استخراج المعادن ، وهؤلاء العاملين على خطوط تجميع السيارات سوف يمكنهم تجميع عدد أكبر من السيارات ، وسوف يؤدي كل ذلك إلى زيادة مستوى المعيشة وتخفيض ساعات العمل لكل فرد وذلك بشرط إمكانية حل مشاكل عدم التوظيف التي قد تصاحب هذا الإنجاء .

فقد كان من الصعب دائماً تخيل إمكانية تحقيق درجة عالية من الأوتوماتيكية حيث تدخل المواد الخام من ناحية لتخرج بضاعة تامة الصنع من ناحية أخرى ، إلا أننا قد إقترعنا بدرجة كبيرة من تحقيق ذلك إذ نجد درجة عالية من الأوتوماتيكية في المصانع اليابانية والألمانية والأمريكية ، الأمر الذي إرتفعت معه نسبة رأس المال الثابت المستخدم مقابل العامل الواحد إلى معدلات كانت تعد مستحيلة في الماضي القريب .

كما نجد أيضاً إنتشار الميكنة في تجارة الجملة الأمر الذي أدى إلى إسبعاد كثير من الأيدي العاملة .

ولذا ومع التطور المستمر في هذا الإنجاء تتوقع زيادة الحاجة إلى الأيدي

العامة الفنية ، كما سوف يزداد الحاجة إلى طبقة إدارة واعية وإلى متخصصين في أعمال التصميم والرقابة ، وعلى أن تتحول العمالة النصف ماهرة والغير ماهرة إلى صناعات أخرى تمتد أساسا على الأيدي العاملة كما هو الحال في صناعة الخدمات .

١ - ٦ - ٣ التركيب على صناعة الخدمات :

لقد أصبحت السمة الأساسية للإقتصاد في أوائل السبعينات من هذا القرن هو تقديم الخدمات وذلك بعد أن توافر لدى الكثير من الأفراد الوقت والمال الكاف لخلق طلب على الخدمات ، فقد توسعت صناعة السياحة في هذه الفترة بشكل كبير وكذا الحال بالنسبة للصناعات الترفيهية وصناعة تقديم الطعام السريع الجماهر ، حتى أصبحت قيمة المخرجات لهذه الصناعات تمثل نسبة كبيرة من الإنتاج القومى لكثير من الدول .

وكما سبق أن بينا لامتختلف صناعة الخدمات عن صناعة المنتجات السلمية إذ أنها ما زالت تقوم أساسا بعملية تحويل المدخلات إلى مخرجات تأخذ شكل خدمات ، وبالتالي لا بد من تخطيط أنشطة هذه المشروعات وتصميم وجدولة ومتابعة هذه الأنشطة ، وهو الأمر الذى يهيئه الكثير من الصعاب إلا أنه ليس مستحيلا ، كما أن العائد المتوقع منه يبرر القيام به .

ولذا نتوقع ومع استمرار التوسع في صناعة الخدمات ظهور تطبيقات جديدة للأدوات العلمية الموجودة فعلا في مجال تخطيط إدارة الإنتاج بالإضافة إلى احتمال ظهور أدوات جديدة سواء في مجال تخطيط أو جدوله أو متابعة وتقييم هذه الخدمات .

١ - ٦ - ٤ إنساع نطاق التعامل للشروعات :

من المتوقع أن تتسع وتتشابه وتتكامل العلاقات والمعاملات الصناعية لتشمل

أكثر من دولة واحدة ، فسمى كثير من المنشآت العالمية إلى تقديم السلع والخدمات ليس فقط إلى الأسواق المحلية بل أيضا للأسواق العالمية ، كما تنشط العمليات الصناعية اللازمة لإنتاج سلعة معينة الحدود الدولية فقد يدرع القطن مثلا في الولايات المتحدة ثم يتم تصنيعه في أفشة ويقطع في أشكال مختلفة ثم يرسل إلى نيوان وكوريا وهونج كونج في الطرف الآخر من العالم لتحويلها إلى ملابس جاهزة يتم إرسالها مرة أخرى إلى الولايات المتحدة لبيعها . كما يتم تجمع سيارات فيات الإيطالية في مصر مستخدمين في ذلك بعض الأجزاء التي قد تصنع في عدد آخر من الدول .

كما نلاحظ إنتقال كثير من الصناعات مثل صناعة للتليفزيون وصناعة الراديو من دولة إلى أخرى حيث توجد العمالة الرخيصة والموارد الطبيعية .

ولا شك أن هذا الإتجاه نحو ظهور المنشآت متعددة الجنسية يتوقف إلى حد كبير على تكلفة النقل من ناحية وعلى الوفاق العالمي بين الدول من ناحية أخرى .

الفصل الثاني

وظائف إدارة الإنتاج والعمليات

تتطلب عملية تحويل المدخلات إلى مخرجات في شكل سلع أو خدمات القيام بمجموعة من الوظائف سوف تكون محل دراسة مستفيضة في الفصول القادمة من هذا الكتاب ، إلا أننا نوجزها فيما يلي :

٢ - ١ تصميم وتطوير المنتجات والخدمات :

تمثل منظمات الأعمال وأجهزة البحث وكذا كثير من المبتكرين على تقديم منتجات جديدة ، إلا أن كثيرا من هذه المنتجات هو في حقيقة الأمر تطوير لمنتج أو فكرة قديمة .

فإذا تذكرنا أحد المنتجات التي اتسع إستخدامها بواسطة الأطفال والشباب في الخمسينات وهي ما كنت تسمى بالهولا هوب Hula Hoop ، فإننا نجد أن هذه السلعة ترجع إلى القرن التاسع عشر ، كما أن لعبة الليو يو yo-yo للأطفال ترجع إلى قدماء المصريين . إلا أنه بالإضافة إلى هذا التطوير في السلع القديمة وتقديمها في تصميم أو غرامة أو طريقة إستعمال جديدة ، هناك أيضا الكثير من السلع والخدمات الجديدة التي تلتح بشكل مستمر .

ومن النادر في معظم الأحيان إمكان قيام أحد المبتكرين بتقديم فكرته الجديدة بشكل تفصيلي يسهل معها تطبيقها مباشرة ، بل عادة ما يقتضى الأمر حراسة الفكرة الجديدة وتطويرها وإختبار إمكانية تطبيقها وهو ما يستغرق عدة شهور عادة قبل إمكانية تحويلها إلى سلعة أو خدمة للمستهلك ، فعلى الرغم

من أن التكلفة نفسها قد تكون خلافة إلا أن تنفيذها يتطلب دراسات وأبحاث عديدة ، ولذا يتضمن التنظيم الإدارى لمعظم المشروعات الصناعية الكبيرة وبعض المشروعات الصناعية الصغيرة إدارات وأقسام لأبحاث وتطوير المنتجات وذلك لدراسة إمكانية تقديم الأفكار الجديدة من ناحية وتطوير العمليات الصناعية من ناحية أخرى .

ولاشك أن تطوير المنتجات أمر ضرورى وهام إذ لا يمكن لمشروع ما أن يضمن الإستمرار والبقاء إذا ما إقتصر دوره فقط على تقديم المنتجات التى هى نتاج أفكار الآخرين .

ونشير هنا إلى عدم شيوع هذه الوظيفة بالنسبة لصناعة الخدمات وذلك رغم أهميتها وضرورة تعميمها ، فرغم شيوع استخدام المصطلح «خصائص المنتجات» ، والذى يعد المحور الأساسى لتطوير المنتجات نحمد عدم شيوع المصطلح المقابل «خصائص الخدمة» ، سواء من حيث مستوى الخدمة ، وخط الخدمات ، والوقت الخاص بالخدمة وغيرها من الخصائص الأخرى اللازمة لتطوير الخدمة بشكل مستمر وذلك إذا ما رغب المشروع فى الوقوف فى مواجهة المنافسة .

٢ - ٢ اختيار موقع المصنع :

إن القرار الخاص بإختيار الموقع المناسب لمصانع المشروع قد يتم فى بعض الأحيان مرة واحدة فى بداية حياة المشروع أو قد يتكرر بصفة مستمرة فى مشروعات أخرى ، كما قد يكون هذا على جانب كبير من الأهمية ويتوقف عليه إلى حد كبير نجاح المشروع ، أو قد يكون هذا القرار أقل أهمية بل يعد من القرارات السهلة فى مشروعات أخرى . فالنسبة لمشروع صغير يعمل على إنتاج بعض الأدوات لأحد المشروعات الكبيرة يكون الموقع المناسب بالنسبة له هو لتواجد بحوار هذا العميل الأساسى ، وعلى العكس من ذلك تماما بالنسبة لتاجر

السلسلة التي تعمل على فتح فروع لها كل شهر بل كل أسبوع إذا نجد أن اختيار الموقع المناسب للفرد الجديد قد يكون هو أخطر القرارات والتي يتحدد في ضوءها مدى نجاح الفرع مستقبلاً .

ولتحديد الموقع المناسب يجب أن نأخذ في الحسبان بالدراسة والتحليل عناصر التكلفة المختلفة كتكلفة الأرض والمباني ، ودراسة معدلات الضرائب السائدة في المنطقة ، وكذا دراسة إمكانيات التسويق والنمو السكاني ومستويات الدخل والمنافسة ، وللموردين المحليين ومصادر الطاقة وغيرها من العوامل الأخرى الكثيرة والتي لها تأثيرها على عملية اختيار الموقع .

وفي ضوء أهمية هذا القرار للنظمة ومدى تكرار إتخاذه تتحدد نوعية الأدوات والأساليب التي يمكن إتباعها في هذا الصدد والتي تتراوح ما بين استخدام قواعد منطقية بسيطة إلى استخدام أدوات رياضية متعمقة تحتاج إلى برامج معقدة يستخدم في حسابها الحاسبات الآلية .

٢ - ٣ تجهيز المصنع بالمعدات والآلات :

يتطلب تجهيز المصنع بالمعدات والآلات للقيام أولاً بتحديد هذه المعدات والآلات المطلوبة ، ثم الحصول عليها بتكلفة معقولة ، ثم تركيبها ، ثم توفير أنظمة لصيانتها وإصلاحها ، وأخيراً إتخاذ القرارات الخاصة بإحلالها .

وكما هو الحال بالنسبة للقرار الخاص باختيار الموقع . قد يكون القرار الخاص بتجهيز المصنع بالمعدات والآلات قراراً هاماً ومؤثراً بدرجة كبيرة في ربحية بعض المشروعات أو على العكس قد يكون بسيطاً وغير مؤثراً على ربحية البعض الآخر من المشروعات . ففي المشروعات الصناعية الكبيرة وبصفة عامة مشروعات الخدمات نجد أن نجاح المشروع يتوقف إلى حد كبير على مدى النجاح في إدارة أصوله الرأسمالية إذ يقل المخزون من المواد الخام ويزيد الاستثمار في

الآلات بشكل كبير وذلك كما هو الحال في شركات الكهرباء ، وشركات الطيران والبيانات الطبية للأسنان وغيرها من مشروعات الخدمات . وعلى العكس من ذلك في المشروعات الصغيرة عندما تحتاج إلى إحدى المعدات إذ يقتصر الأمر على تلقى عدة عروض من عدة موردين ثم تقوم باختيار أحسن هذه العروض .

٢ - ٤ الترتيب الداخلى للصنع :

اذ يجب ترتيب المعدات والآلات بشكل متقاي يؤدي إلى السياب المواد الخام بسهولة ويسر ودون حاجة إلى تعدد عمليات المناولة ، وينطبق ذلك أيضا بالنسبة للمشروعات التخدمية كالبنوك ومكاتب السياحة إذ يجب ترتيب المواد والمعدات بها بشكل يسهل من العمل ويقلل التأخير إلى أقصى حد ممكن ، كما يجب ترتيب مجموعة الخدمات التي تقدمها المنظمة للعميل بالشكل الذي يتفق مع الخط المنطقي لحركة سير العميل داخل المنظمة .

ولشير هنا إلى عدم وجود ترتيب داخلى سليم لكثير من المنظمات الصناعية أو التخدمية ، ويرجع ذلك إما إلى عدم الإهتمام بذلك منذ البداية ، أو قد يرجع ذلك في أغلب الأحوال إلى التغيرات المختلفة التي عادة ما تحدث كإضافة بعض الآلات الجديدة وإحلال بعض الآلات القديمة بأخرى جديدة ، أو نتيجة إنتاج سلع أو أصناف أو تقديم خدمات جديدة ، أو نتيجة تغيير مكان كان مخصصا مثلا لتخزين المواد الخام الى مكتب لقيام ببعض الأعمال الكتابية ، ولذا فقدر أن نجد ترتيب داخلى سليم للمعدات والآلات الخاصة بأحدى المشروعات القائمة .

ويجب أن يحدد المشروع ويوازن دائما بين التكاليف التي يتحملها بسبب غيبة هذا الترتيب الداخلى السليم للصنع وبين التكاليف التي يتحملها نتيجة عملية إعادة ترتيب الآلات في المشروع وما قد يصحبها من توقف العمليات الإنتاجية لبعض الوقت .

٢ - تصميم وقياس طرق العمل :

يجب دراسة الأعمال التي يؤديها الأفراد وتصميمها بالشكل الذي يؤدي إلى تسلياب العمليات الإنتاجية بسهولة ويسر وبما يحقق الأهداف للوضوعة بدرجة عالية من الكفاءة وبأقل تكلفة ممكنة . فإذا أمكن بالنسبة للأعمال الرئيسية والمتكررة والتي تكون دورته الوقت الخاصة بها قصيرة أن يتم وضع تصميم لها من شأنه الإستغناء عن الأنشطة الغير هامة والتي قد تستغرق بعض الثوان قد يؤدي ذلك في النهاية إلى وفورات تقدر بآلاف الجنيهات بسبب تكرار نفس دوره العمل مرات عديدة في وقت قصير .

فإذا علمنا أن تكلفة المنتج النهائي تتحدد أساسا في ضوء تكلفة المواد الخام والعمالة ، وإذا كان من الضروري تحقيق درجة عالية من الرقابة على استخدام المواد وإستعمالها ، فإنه من الضروري أيضا تصميم وقياس طرق العمل بالشكل الذي يمكن من الرقابة عليها ، ولأشك أن التعديلات المطلوبة في هذا الصدد أكبر بكثير من تلك الخاصة بالمواد الخام إلا أنه من الممكن تحقيقها .

ونشير هنا إلى أن تصميم وقياس طرق العمل ليس شائعا في قطاع الخدمات على عكس الحال في القطاع الصناعي للمنتجات ، ويرجع السبب في ذلك إلى أن طبيعة أنشطة الخدمات غير نمطية وغير متكررة على عكس الحال بالنسبة لإنتاج السلع المادية ، إلا أن اعتماد قطاع الخدمات أساسا على الأيدي العاملة يقتضي ضرورة الإهتمام بهذا الموضوع .

٢-٦ التنقيح بحجم الإنتاج :

إذا يجب التنقيح بحجم الإنتاج اللازم لمواجهة الطلب المتوقع ، على أن يتم ذلك في وقت مبكر وبشكل يسمح بإتمام عملية تحويل المدخلات إلى المخرجات المطلوبة في شكل سلع وخدمات حتى يمكن تقديمها للأسواق في الوقت والمكان المناسبين .

وعادة ما يتم التنفيذ بالإنتاج في ضوء أرقام المبيعات المقدرة والتي يتم التوصل إليها من طريق دراسة وتحليل البيانات التاريخية للنشأة وذلك مع الأخذ في الحسبان الأحداث الجارية والمستقبلية . ويستخدم في هذا الصدد أدوات وأساليب إحصائية تتراوح في درجة تعقيدها حسب طبيعة وظروف البيانات المتاحة في المنظمة .

ويمكن الأرقام المقدرة هذه الأساس لأعمال التخطيط ومراقبة الإنتاج وكذا العمليات الخاصة بتوفير المواد الخام وتصنيعها وغيرها من أوجه النشاط الأخرى في المشروع .

٢ - ٧ تخطيط وجدولة الإنتاج :

إذا تم وضع خطط رئيسية *Master plan* للأنشطة وجدولتها زمنياً بما يحقق درجة عالية من التنسيق بين العمليات للتنوعه والتي يلزم القيام بها في المنظمة ، على أن تقوم كل وحدة عمل في ضوء هذه الخطة الرئيسية بإشتقاق المعلومات الضرورية لتحديد خططها التفصيلية وكيفية قيامها بالأنشطة التي تسأل عنها .

ويجب أن تحدد الخطة الأيدي العاملة والحوامات والمعدات المطلوبة بالشكل الذي يسمح بتوفير وقت كاف يسمح بإجراء أى تعديلات قد تطرأ نتيجة التغير في الظروف المستقبلية .

ولاشك من إستمرارية أعمال التخطيط والجدولة ، فأياً كانت الخطط الموضوعه ، هناك من الأحداث الغير متوقعة التي تتطلب إعادة النظر فيها ، فقد يقتضى الأمر الإسراع في أداء بعض الأنشطة أو التأخير في أداء البعض الآخر ، ولذا يعمل رجال التخطيط والجدولة على محاولة استخدام الوقت والموارد والمبالاة المتاحة في إدخال التعديلات الممكنة والتي تؤدي إلى أفضل استخدام للمعدات المتاحة .

٢-٨ إدارة وتوفير المواد الخام :

تدخل تكلفة المواد كمصدر من عناصر التكلفة الخاصة بالمنتج النهائي وتتراوح نسبتها إلى التكلفة الإجمالية من ١٠٪ إلى ٨٠٪ من إجمالي تكلفة المنتج ، وبالتالي تتوقف درجه أهمية هذا النشاط على طبيعة النشاط بالمنظمة .

وتتضمن هذه الوظيفة ضرورة القيام بأعمال بحوث الشراء ، وحسن إختيار والتفاوض مع الموردين بالشكل الذى يوفر المواد الخام بالسعر المناسب وفي الوقت المناسب وبالسكينة والجودة المناسبة ، إذ أن الفشل فى أداء ذلك ينعكس أثره ولاشك على تكلفة الإنتاج .

٢-٩ إدارة المخزون Inventory Management :

إذ يقتضى الأمر بعد شراء المواد النعام ضرورة تخزينها تمهيداً لإدخالها فى عمليات التشغيل كما يقتضى الأمر أيضاً تخزين البضاعة نصف المصنعة والبضاعة المصنعة بعد إتمام عملية التشغيل .

ولاشك أن ضخامة المبالغ المستثمرة فى هذه الكميات المخزونة من المواد النعام والبضاعة نصف المصنوعة والبضاعة تامة الصنع يتطلب جهود درجة عالية من الرقابة على المخزون بما يضمن عدم تكدر المخزون من ناحية وبما يضمن عدم توقف أعمال التشغيل وتلبية طلبات السوق من ناحية أخرى .

ونشير هنا إلى وجود العديد من الدراسات الرياضية والتي تساعد على تحديد السكينة الاقتصادية للشراء والإنتاج والتي تقوم أساساً على تحقيق التوازن بين تكلفة التخزين من ناحية وتكلفة إعادة الطلب والتجهيز من ناحية أخرى .

٢-١٠ مراقبة الجودة Quality Control :

تتم وظيفة التخطيط والجدولة بتوفير السكينة المطلوبة وفي الوقت المناسب ،

أما مراقبة الجودة فتهم أساسا بجودة المنتجات ومطابقتها للوصفات . ونؤكد هنا أنه لا يمكن تحقيق درجة عالية من الجودة بمجرد إجراء عمليات تفتيش مستمرة على مراحل الإنتاج بل أن تحقيق جودة عالية يتطلب أساسا التأكد من جودة المواد الخام وضمان كفاءة عالية للمعدات والآلات مع ضرورة تصميم العمليات الإنتاجية نفسها بما يضمن تحقيق الجودة المطلوبة وتصحيح الانحرافات التي قد تظهر فور وقوعها .

وقد لا يكون من المرجح دائما تحقيق مستويات متعاضمة من الجودة إذ أن. رغبة المستهلك في الحصول على منتجات من جودة عالية لا تعني دائما أنه مستعد لدفع الثمن المقابل لذلك ، لذا يجب وضع معدلات الجودة التي تلي إحتياجات المستهلك من ناحية والتي تتفق وقدراته المالية من ناحية أخرى.

ولاشك من أهمية مراقبة الجودة في صناعة الخدمات رغم صعوبة تحقيق ذلك ، ونشير هنا إلى أنه بالرغم من الخطوات التي اتخذت في هذا الصدد مازال هناك جهود كثيرة يجب بذلها من أجل إيجاد وتطوير أساليب مراقبة الجودة بقطاع الخدمات .

وسوف نتناول الوظائف السابقة بشيء من التفصيل في الفصول القادمة لهذا الكتاب ، إذ نتناول في الفصل الثالث إختيار موقع المصنع من ناحية والترتيب الداخلي للآلات من ناحية أخرى ونتناول تصميم وتطوير المنتجات والخدمات في الفصل الخامس ثم تخطيط وجدولة الانتاج في الفصل السادس ثم إدارة المواد وتصميم وقياس طرق العمل وتجهيز المصنع بالمعدات والآلات في الفصل السابع والثامن والتاسع على التوالي ، ونتناول مراقبة الجودة في الفصل العاشر ، كما نتناول التنظيم الإداري للمصنع في الفصل الرابع .

وقبل الدخول في تفاصيل ذلك يلزم لنا أولا بيان انواع العمليات الصناعية والاهداف التي تسعى إدارة الإنتاج والعمليات إلى تحقيقها وذلك كما يلي :

٧-١١ أنواع العمليات الصناعية : Types of Manufacturing :

هناك الكثير من الأسس التي يمكن تصنيف المنشآت الصناعية وفقاً لها مثل الحجم ، نوع المنتج ، الموقع أو غيره من العوامل الأخرى ، ومع هذا فإن أكثر هذه الأسس ملائمة للدراسة الخاصة بإدارة الإنتاج والعمليات هو ذلك الخاص بطبيعة العمليات الصناعية وذلك كما يلي :

٢-١١-١ الورش الإنتاجية Job Shop :

وفيها يتم الإنتاج على أساس لوطات صغيرة الحجم ، كما تقوم هذه الورش بأكثر من وظيفة أو عمل في نفس الوقت ولذا نجد أن المعدات والمواد والموارد الإنتاجية عادة ما تكون عامة للفرض وغير متخصصة ، فالمواد الأساسية يمكن استخدامها في وظائف مختلفة بمواصفات مختلفة ، كذلك الحال بالنسبة للمعدات إذ يجب أن تكون ملائمة لسكافة الإستعمالات ، وينطبق نفس المثل على أيضاً بالنسبة للمالة إذ يجب أن يتوافر لديهم القدر الكاف من المهارات التي تمكنهم من أداء أنواع مختلفة من الأعمال في مجال معين .

ويتم تشغيل الطلبات في أقسام الإنتاج المختلفة حسب ورودها إلى هذا القسم ، وهو ما قد يؤدي إلى وجود صفوف إنتظار طويلة أمام أحد الأقسام إذا ما تصادف تتابع ورود الطلبات المختلفة له من الأقسام الأخرى ، ولذا فإن أحد المشاكل الرئيسية لهذا النوع من الورش هو جدولة العمل وتتابعه بالشكل الذي يؤدي إلى تحقيق التوازن بين تكلفة وقت السطل من ناحية وبين تكلفة وجود خط إنتظار من الطلبات من ناحية أخرى .

٢-١١-٢ الإنتاج المستمر Continuous Production :

أما النوع الثاني من الصناعات فهو الإنتاج المستمر والذي عادة ما يكون مقروناً بوجود خط إنتاجي متخصص في إنتاج أو تجميع منتج معين ، ولذا يعد هذا النوع من الصناعات أكثر ملائمة وأفضل من الناحية الإقتصادية من

الورش الإنتاجية والتي يتم فيها إنتاج اللوطات وذلك بشرط زيادة الكديات المطلوب إنتاجها من الصنف الواحد.

وعادة ما يستخدم في هذا النوع من الصناعات المعدات والآلات والمواد المتخصصة وأيضا العمالة المتخصصة في إنتاج معين أو في عملية معينة ولا تستخدم في أي شيء آخر عدا ذلك.

وتعتبر صناعة السيارات خير مثال على الإنتاج المستمر ، حيث يتسكون اللوط الإنتاجي الواحد من مئات الآلاف بالنسبة لموديل معين ويستمر الإنتاج فيه على مدار العام تقريبا ، ولذا يتم استخدام معدات متخصصة في إنتاج مثل هذا الموديل ، كما يتم أيضا تدريب العمال على أداء عمليات محددة . وعلى عكس الورش الإنتاجية نجد أن الجدولة اليومية لأوامر الإنتاج لا تمثل المشكلة الرئيسية ، وإنما تمثل المشكلة الرئيسية في كيفية تحقيق التوازن بين الوظائف المختلفة على خط الإنتاج بحيث تجري العمليات في سهولة ويسر وكفاءة .

ويعتبر الإنتاج المستمر الطرف الآخر أو التقيض لإنتاج اللوطات ، أما فيما بينهما فتوجد مستويات مختلفة متوسطة ، وفي مثل هذه المستويات نكون دورات الإنتاج أطول مما هي في نظام الورش ولكنها أقصر مما هي في حالة الإنتاج المستمر ، كذلك يتم تجهيز المعدات لأداء وظيفة معينة لمدة أسابيع ثم يعاد تجهيزها وإعدادها لأداء وظيفة أخرى ، وهكذا فإن درجة تخصص الآلات والمواد والعمال تقع في مستويات متدرجة بين النوعين المذكورين ، وتعتبر صناعات اللعب والصناعات الغذائية أمثلة على هذا النوع من الإنتاج الوسيط .

٢-١١-٣ عمليات إنتاجية : Process

يمثل النوع الثالث من الصناعات بذلك المتعلق بالقيام بعملية إنتاجية معينة ، فمثلا صناعة البترول تقوم بتحويل الزيت الخام إلى منتجات نهائية متنوعة

خلال عمليات نادرأ ما تتوقف إذ يقتضى هذا النوع من الصناعات التدفق المستمر ، كما أنه لا يتم فى شكل وحدات معينة بل يتم تحويل المدخلات تدريجياً إلى مخرجات .

وبسبب هذه الخصائص المتميزة فإنه من الضرورى الإهتمام والعناية بنواحي التصميم والتخطيط للمعملية إذ يصعب بمجرد بدأ العمليات الإنتاجية إعادة تخطيطها أو تغيير التصميم الخاص بها .

٢-١١-٤ للشروط Projects :

أما النوع الرابع من الصناعات فهو إنتاج للشروط ، ويستخدم فقط إذا ما كانت الوحدة للنتيجة وحدة ضخمة معقدة ، وذلك مثل إنشاء المباني ، وبناء السفن ، والبرامج الخاصة بالصواريخ . ولما كان هناك وحدة واحدة كنتج ولكن هناك العديد من الأنشطة المختلفة للتداخلة ، فإن وظائف التخطيط والجدولة ومراقبة الجودة وغيرها من وظائف إدارة الإنتاج والعمليات تكون من طبيعة عامة ويستخدم فى أداؤها عادة بعض الأساليب المتخصصة مثل بيرت والمسار المخرج PERT & CPM .

وتطبق التقسيمات السابقة أساساً على إنتاج السلع ، أما مشروعات الخدمات فلا تقع مباشرة داخل قطاعات واضحة محددة بالذات ، إلا أن جزء من المخرجات الخاصة ببعض مشروعات الخدمات يتمثل فى منتج مادي وذلك كما هو الحال فى المطاعم ، وهنا يمكن أن تطبق بعض التقسيمات السابق ذكرها ، فمثلاً فى سلسلة المطاعم التى تقدم الوجبات السريعة يمكن اعتبارها عائله للإنتاج المستمر ، فى حين أنه يمكن النظر إلى مطعم بابائى مثلاً على أنه يعاين إنتاج الورش أو الوحدات حيث يتم أعداد الوجبات بالنسبة لطلبات ومذاق كل فرد على حده .

وبالإضافة إلى التقسيم السابق حسب طبيعة العمليات الصناعية فإن يمكن أيضاً تقسيم هذه العمليات الصناعية كما يلى :

٢- ١١- ٥ صناعات تجميعية

حيث تتكون السلعة من عدد من الأجزاء يتم تجميعها على خط تجميعي ميكانيكي وخطوط تجميع فرعية ، وأوضح مثال على ذلك هو صناعة السيارات ، وكذلك الآلات والأجهزة الكهربائية .

٢ - ١١ - ٦ صناعات تحليلية :

ويتم فيها تحليل المادة الخام إلى مكوناتها ، وبالتالي يشتق منها عدة مواد أو منتجات وذلك مثل صناعة تكرير البترول .

٢ - ١١ - ٧ صناعات تحويلية :

ويتم فيها تغيير شكل المادة أو المواد الخام المستخدمة وذلك كما هو الحال بالنسبة لصناعة السجائر أو الصناعات الغذائية أو المعدنية .

٢ - ١١ - ٨ صناعات إستخراجية :

ويتم فيها إستخراج المنتج من المصدر الأصلي الطبيعي له ، وذلك كما في صناعة إستخراج البترول والفحم والمعادن .

وقد يحتوي المصنع بلاشك على أكثر من نوع من العمليات الصناعية المذكورة . وذلك مثل صناعة البترول التي تعتبر صناعة إستخراجية ثم صناعة تحليلية إذا ما امتد نشاط الصناعة إلى إستخراج وتكرير البترول .

ولا شك أن التقسيم السابق للصناعات حسب طبيعة العملية الصناعية سواء كان ذلك بالنسبة للصناعات الخاصة بإنتاج السلع أو الخدمات ، يمكن من تجميع الأنواع ذات المشاكل المتشابهة وبالتالي يمكن من إستخدام نفس الأساليب

الطبعة المستخدمة في حل المشاكل لإحدى المنظمات في حل المشاكل الماثلة في المنظمات الأخرى لنفس المجموعة .

٢ - ١٢ أهداف إدارة الإنتاج / العمليات :

Goals of Production/Operations Management

إن الضمان الأساسي لاستمرار المنشأة وبقائها في ميدان العمل هو قيامها بتحويل مدخلاتها إلى المخرجات بفاعلية وكفاءة ، كما عليها أن تلاحظ دائما تكلفة الوحدة المنتجة من السلع أو الخدمات التي تقدمها ودرجة مساهمتها في تحقيق أرباح المنظمة ، وأخيرا وليس آخرا فإن المنشآت الناجحة تبحث دائما عن مختلف الوسائل التي يمكن أن ترفع من إنتاجيتها . وسوف نناقش فيما يلي كل من هذه الأهداف المتداخلة .

٢ - ١٢ - ١ الفاعلية Effectiveness :

وتقاس فاعلية المنشأة عادة بدرجة تحقيقها للأهداف الخاصة بها ، ففي منشأة تنتقل مثلا يكون هدفها نقل البضاعة أو الناس ، وإذا فكلما زاد عدد الأمراد أو كمية البضاعة المنقولة كلما دل ذلك على زيادة فاعلية المنشأة . ويتطلب تحقيق درجة عالية من الفاعلية ضرورة استبعاد كل الأنشطة الغير ضرورية وكذا حذف المخرجات التي لا تحقق مستوى الجودة المطلوب . ويمكن قياس الفاعلية بواسطة المبيعات أو حصة المنشأة في السوق ، وأراء المستهلكين وغيرها ، كما يمكن أيضا مقارنة أعمال المنشأة بالأهداف الخاصة بها والمحددة لها مسبقا .

٢ - ١٢ - ٢ الكفاءة Efficiency :

تشير الكفاءة عادة إلى الكيفية التي يتم بها تحقيق أهداف المنشأة ، إذ لا يكفي تمتع المنشأة بفاعلية عالية فقط عن طريق تحقيق أرقام مستهدفة مسبقا ، بل يلزم الأمر أيضا ضمان تحقيق ذلك بأقل وقت وجهد ممكن وبأقل كمية من الخامات المستخدمة . وعادة ما تتحقق درجات أعلى من الكفاءة من خلال

تغييرات فنية كاستخدام آلات أسرع وأفضل أو من خلال تغييرات إدارية مثل ضمان وجود تخطيط وجدولة ورقابة أفضل مع تعديل سلوك العاملين كدفعهم للعمل بمجدية أكثر أو بذكاء أكثر .

وعلى هذا الأساس فإن زيادة الكفاءة معناها زيادة المخرجات مع استخدام نفس كمية المدخلات الأمر الذي يحقق فوائد كثيرة لكل الأطراف المعنية بالمشروع .

٢-١٢-٣ تكلفة الوحدة Unit Cost :

من أفضل المقاييس التي يمكن أن تساعد للمشروع على تقييم موقعه هو تكلفة الوحدة المنتجة، فإذا أدى مدير الإنتاج وظائفه الخاصة بالتخطيط ومراقبة الكميات المنتجة وجودتها وكذا مراقبة أسعار المواد الخام وغيرها من عناصر المدخلات المستخدمة، ومتابعة للعمليات وجودتها، فإن تلك المجهودات سوف تنمكس آثارها بوضوح على تكلفة الوحدة المنتجة . ولشعر هنا إلى ضرورة مراعاة الحذر عند تحديد تكلفة الوحدة المنتجة إذ أن هناك العديد من طرق الحساب المستخدمة لتحديد تكلفة الوحدة، ولذا فإنه عند إجراء أية مقارنات بين منشأة وأخرى أو بين قسم وآخر أو بين عام وآخر فإنه يجب دائماً التأكد من اتباع نفس الأساليب المحاسبية حتى يمكن إجراء هذه المقارنات السابقة .

٢-١٢-٤ المساهمة في الربح Contribution to Profit :

نظراً لأن الربح واحد من أهم أهداف المنشأة، لذا يجب تحديد مدى المساهمة في تحقيق هذه الأرباح، فمنذ محاولة إجراء مقارنة بين خط إنتاجي وخط آخر أو بين قسم وقسم آخر فقد لانجسد في المقاييس السابقة الخاصة بتكلفة الوحدة أو مدى الكفاءة أو الفاعلية أى معنى عند إجراء هذه المقارنة بسبب اختلاف وحدات القياس هذه، ولذا فإن درجة المساهمة في تحقيق الربح لزيادة العائد عن

لتكلفة ، يمكن أن يرشدنا إلى ما إذا كان من الأفضل التوسع في خط انتاجي ما أم عدم التوسع أو حتى عدم الإستمرار فيه .

كذلك فإن المساهمة في تحقيق الربح تدخل كعامل عند إتخاذ القرار الخاص بشراء معدات رأسمالية جديدة ، أو تحديد موقع المصنع وغيره من المجالات التي قد لا يصلح فيها إستخدام مقياس آخر مثل مقياس الكفاءة .

٢-١٢-٥ الإنتاجية productivity

تعتبر الإنتاجية من أكثر الأهداف التي يساء فهمها ، فعادة ما تستخدم الإنتاجية لتسقي قيمة المخرجات بالنسبة لساعة العمل اليدوي أي كناتج لقسم الإنتاج على ساعات التشغيل اليدوي ، في حين أن المقصود بالإنتاجية هو تحديد النسبة بين المخرجات إلى جملة المدخلات ، أي تمثل الإنتاجية الكلية للنشأة في ناتج قسمة بمجموع المخرجات على مجموع المدخلات ، ومع هذا فقد يصعب إستخدام هذا المقياس نظراً للصعوبات الخاصة بتحديد وقياس كل هذه العوامل الداخلة في وحدة قياس واحدة ، ولذا فعادة ما تستخدم مقاييس جزئية مثل إنتاجية العمل ، إنتاجية رأس المال ، أو إنتاجية المواد .

وتختلف الإنتاجية عن الكفاءة إذ تهدف الكفاءة إلى تنظيم المخرجات الممكنة بالنسبة لمدخلات المعطاه والمحددة مسبقاً بينما تهدف الإنتاجية إلى تحقيق أعلى نسبة للمخرجات إلى المدخلات وما يقتضيه ذلك ليس فقط من تنظيم المخرجات ، بل أيضاً أحداث تغييرات في كل من المدخلات والمخرجات بالشكل الذي يرفع من هذه النسبة وبالتالي يرفع من الإنتاجية .

وتعتبر الإنتاجية من أهم المقاييس سواء بالنسبة للمشروعات أو بالنسبة للإقتصاد القوي ككل ، فلكي تستمر المنشأة في مجال العمل يجب عليها أن تحافظ وترفع من إنتاجيتها الأمر الذي يتعكس أثره بالضرورة على تحسين تكلفتها الوحيدة ، والربح والعائد على الأموال المستثمرة ، كما يتعكس أثره على المستوى القوي إذ أن.

رفع الإنتاجية يؤدي إلى استخدام أفضل للوارد وإمكانية البيع بسعر أقل مما يؤدي إلى مركز أقوى في السوق العالمي مع إمكانية تخفيض نسبة التضخم .

٢-١٣ المجال الوظيفي في إدارة الإنتاج والعمليات Careers in POM

تغطي الوظائف الخاصة بمجال الإنتاج والعمليات لتنظيم كله من أدنى المستويات إلى أعلاها ، فهناك العديد من الفرص لخريجي الجامعات ، ومن الممكن أن يقضى الفرد كل حياته الوظيفية في مختلف المجالات الخاصة بالإنتاج والعمليات خلال تدرجه الوظيفي من بداية السلم إلى مناصب الإدارة العليا ، كذلك فإن الأنشطة والاسرليات الموجودة بإدارة الإنتاج والعمليات تزود الفرد بخلفية مفيدة للغاية تساعد على الدخول في أى من الأنشطة الأخرى بالمشروع .

الفصل الثالث

إختيار موقع المصنع والترتيب الداخلى للآلات

Location and Layout

يعد إختيار موقع المصنع من القرارات الهامة المؤثرة على مركز المشروع التنافسى فى السوق وعلى نتائج أعماله ، إذ أنه بمجرد إتخاذ هذا القرار فإن من الصعب تعديله دون تحمل خسائر مالية كبيرة . وهناك العديد من العوامل المحيطة والتي يجب أخذها فى الحسبان عند تحديد موقع المصنع أو إضافة وحدات صناعية جديدة أو عند إنشاء تسهيلات خدمية أو مكتبية ، سواء كانت هذه العوامل على مستوى الدولة أو المدينة أو الجهة التى سوف يقام عليها المصنع .

ولا يقتصر الأمر فقط على إختيار موقع المصنع بل يمتد الأمر أيضا إلى ضرورة ترتيب المعدات والآلات ومراكز الخدمة والتخزين داخل المصنع بما يضمن إسياب العمل بسهولة ويسر وبما يقلل من عمليات مناولة المواد .

٢ - ١ تحديد الموقع Facilities Location :

يؤدى عدم تحديد الموقع بشكل سليم إلى زيادة تكاليف الإنتاج والتوزيع ، الأمر الذى يضع إدارة المشروع فى موقف تنافسى ضعيف وبالتالي يقلل من فرص نجاحها رغم ما قد تكون عليه هذه الإدارة من كفاءة مالية فى كثير من الأحيان . وترداد أهمية القرار الخاص بإختيار الموقع بسبب صعوبة تغييره ، إذ بمجرد إختيار الموقع والبدأ فى الإنشاء فإنه من الصعب تعديل هذا القرار بدون تحمل خسائر مالية باهظة ، الأمر الذى يقتضى ضرورة الإهتمام بدراة هذا القرار منذ المراحل الأولى للتفكير فى إنشاء المشروع .

٢-١-١ الخطوات اللازمة لإختيار الموقع :

Sequence of Location Choices

تمر عملية إختيار الموقع بثلاث مراحل أساسية هي :

أولاً : تحديد المحافظة التي سينشأ فيها المصنع .

ثانياً : تحديد المدينة داخل المحافظة .

ثالثاً : تحديد الموقع داخل المدينة المختارة .

وفيما يلي يبين أهم العوامل الواجب أخذها في الحسبان بالنسبة لكل مرحلة .

أولاً : العوامل الواجب أخذها في الحسبان عند تحديد المحافظة :

١ — القرب من الأسواق ، إذ يؤدي بعد المسافة إلى زيادة الوقت والتكلفة وبالتالي للتأثير على درجة الخدمة المقدمة .

٢ — القرب من مصادر المواد الخام والمهمات والمعدات والآلات وغيرها من مستلزمات الإنتاج .

٣ — مدى توافر وسائل النقل والمواصلات وكذا وسائل الإتصال ، بما يمكن من تخفيض تكاليف الشحن ومصاريف الإبتقال وربط الموقع بالجهات المختلفة التي تتعامل معه . ويشير هنا إلى أنه في ضوء الكميات التي يتم نقلها ودرجة التكرار في عمليات النقل هذه تتحدد أنسب سبل النقل للشركة سواء كانت السكك الحديدية أو السيارات أو السفن أو الطائرات أو مزيج من كل هذه الوسائل وهذه بدورها تؤثر في تقييم الموقع المختار .

٤ — مدى توافر العمالة الماهرة والمدرّبة ، إذ يجب التأكيد من إمكانية تعبئة العمالة المطلوبة دون تحمل أعباء مالية كبيرة سواء في عملية التعيين أو التدريب ، كما تأخذ في الحسبان أيضاً المستوى السائد للأجور . وتظهر أهمية هذا العامل

بصفة خاصة في الصناعات التي تعتمد بدرجة كبيرة على الأيدي العاملة *labor intensive manufactures* .

٥ — حالة الطقس بالمحافظة ، بالرغم من أن هذا العامل قد يبدو ثانوياً ، إلا أن ذلك ليس صحيحاً على الإطلاق ، والليل على ذلك ما نلاحظه من التوسع الضخم في المدن ذات الجو المناسب سواء كان ذلك التوسع في عدد السكان أو في عدد المشروعات الصناعية .

ثانياً : العوامل الواجب أخذها في الحسبان عند اختيار المدينة داخل المحافظة :

١ — مصادر الطاقة ، إذ يجب التأكد من توافر الطاقة بالعدد والكفاءة المطلوبة واللازمة للصنع .

٢ — المدينة التي يقطن بها عدد كبير من المؤسسين ، إذ عادة ما يفضل المؤسسين إنشاء الصنع في نفس المدينة التي يتواجدون بها .

٣ — الظروف المعيشية المتاحة ، مثل توافر المدارس والمستشفيات ومراكز التسوق ، ووسائل الترفيه ودور الثقافة ، وكذا مدى توافر للسكان والخدمات العامة كالماء والكهرباء ووسائل النقل والأمن ، إذ أن كل هذه العوامل والتسييلات تؤثر بشكل كبير على مدى إمكانية تجميع طبقة الإدارة المحترفة والطاقة الماهرة والتي تلزم للصروع .

٤ — القوانين السائدة وبصفة خاصة تلك المتعلقة بالضرائب وذلك لما لها من تأثير إيجابي أو سلبي على نشاط للصروع .

٥ — مدى توافر المرقع المناسب داخل المدينة ، إذ قد يكون هناك من سبق للصروع في شغل المواقع المناسب داخل المدينة .

٦ — التسهيلات المالية المقدمة ، إذ قد تقدم المدينة أو قاطنيها بعض التسهيلات التي تعمل على جذب منظمات الأعمال إليها .

ثالثا : العوامل الواجب أخذها في الحسبان عند اختيار الموقع داخل المدينة :

١ — ملائمة الموقع للإحتياجات الحالية والتوسعات المستقبلية .

٢ — ملائمة طبيعة التربة ، بما يمكن من تشييد مصانع الشركة عليها ودون تحمل تكلفة عالية .

٣ — ملائمة تكاليف الأرض وتكاليف الإنشاء .

٤ — ضمان توافر التسهيلات المختلفة من كهرباء وغاز ومياه وأنظمة الصرف وغيرها من التسهيلات بتكلفة معقولة .

٥ — توافر الطرق والقرب من محطات السكك الحديدية والمطارات بما يمكن من تخفيض تكاليف النقل والتوزيع وكذا وقت ومصاريف الانتقال الخاصة بالأشخاص الهامة بالمشروع .

٦ — إمكانية التخلص من فضلات المصنع دون التأثير على الظروف الصحية للمنطقة والتعرض لأي مساءلة قانونية ، وبما يمنع من حدوث أي شكوى من أهالي المنطقة .

٢ — ١ — ٢ المفاضلة بين الريف والحضر عند اختيار موقع المصنع :

City versus Rural Location

لاشك من وجود الكثير من العوامل الخاصة باختيار المدن الكبيرة كواقع للمشروع مقارنة بالريف . وسوف تبين أهم هذه العوامل فيما يلي :

١ — نقل في المدن الكبيرة الفرص المتاحة والحاجة باختيار الموقع المناسب وبالمساحة المطلوبة ، هذا بالإضافة إلى ارتفاع التكلفة وإحتمال زيادة المتطلبات القانونية وكذا زيادة معدلات الضرائب ، وعلى العكس من ذلك تقل تكلفة المواقع في الريف بالإضافة إلى توافرها وبشكل يمكن من إستيعاب التوسعات المحتملة ، هذا بالإضافة إلى إحتمال وجود متطلبات قانونية أقل وإنخفاض معدلات الضرائب السائدة .

٢ — تتميز المدن الكبيرة بتوافر وسائل النقل العام ، إلا أنها في مقابل ذلك عادة ما تعاني من شدة الازدحام وعدم وجود أماكن لإنتظار السيارات .

٣ — تتميز المدن الكبيرة بتوافر الأيدي العاملة الماهرة والمدربة بدرجة أكبر منه في الريف .

٤ — توافر الخدمات والتسهيلات المختلفة ووسائل المعيشة بدرجة أكبر في المدن الكبيرة .

ونشير هنا إلى إكتساب المناطق الريفية المحيطة بالمدن المزايا الخاصة بكل من المدن والريف مع تفادى الكثير من العيوب الأمر الذي شجع كثير من المنظمات على الإلتجاء إلى هذا المناطق .

٣ — ١ — ٢ إعادة تحديد الموقع : Relocation

يتطلب الأمر في كثير من الأحيان دراسة مدى ملائمة الموقع الحالي للصنع ، فقد تحتاج الشركة إلى توسيع حجم أعمالها وتنويع منتجاتها وزيادة طاقتها الإنتاجية ، وبالتالي الحاجة إلى دراسة مدى إمكانية تحقيق ذلك في ضوء الموقع الحالي للصنع ، كما قد تتغير أماكن الأسواق من ناحية ومصادر المواد الخام من ناحية أخرى ، وعادة ما تلجأ الإدارة في مواجهة هذه التغيرات وتوسعات إلى أحد الحلول التالية :

- ٢٠ - تحقيق التوسعات الملائمة في الموقع الحالي .
- ٢١ - الإبقاء على الوضع الحالي دون أى توسع مع ترك الفرصة للنافسين لمواجهة هذه التوسعات وتلبية هذه التغيرات في السوق .
- ٢٢ - الإبقاء على الوضع الحالي مع الاستعانة بمقاول الباطن لأداء بعض الأعمال وبالتالي زيادة الطاقة النهائية للنظمة .
- ٢٣ - الإبقاء على الموقع الحالي مع بناء موقع بديل أو أكثر .
- ٢٤ - التخلص عن الموقع الحالي مع إختيار موقع آخر لبناء مصنع جديد بالطاقة المطلوبة .

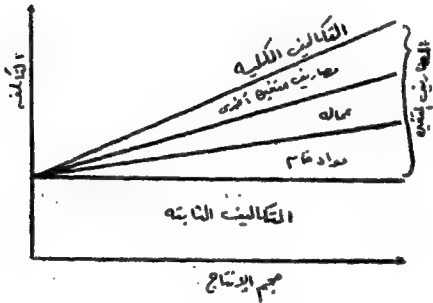
٣ - ١ - ٤ أدوات تحليل يمكن استخدامها في اختيار الموقع :

Analysis Methods

هناك مجموعة من الأدوات والأساليب التي يمكن استخدامها في ترشيح القرار الخاص باختيار الموقع والتي تختلف في درجة تعقيدها ، وسوف يبين فيما يلي بعض هذه الأدوات :

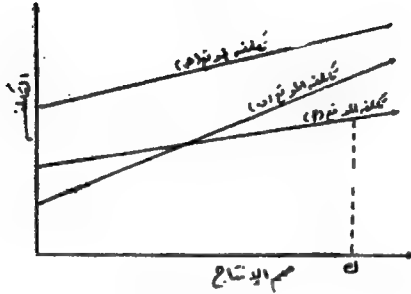
- ١ - إعطاء أوزان مختلفة خاصة بالأهمية النسبية لكل عامل من العوامل الواجب أخذها في الحسبان ، ثم تحديد مجموع النقاط الخاصة بكل موقع في ضوء هذه الأوزان النسبية ، وإتخاذها كأساس للمقارنة . ويمكن تقييده ذلك بتحديد درجات الطلبة في الإجابة على أسئلة الإمتحان في مادة معينة ، إذ تحدد الدرجة النهائية لكل سؤال ثم يتم تحديد الدرجة التي يستحقها الطالب في كل سؤال وبالتالي تحديد مجموع الدرجات الخاصة بالطالب ، وبالمثل يتم تحديد الأهمية النسبية لكل عامل من العوامل الواجب توافرها في الموقع ، كمدى توافر الأيدي العاملة والقرب من الأسواق وغيرها من العوامل ، ثم يتم تحديد مجموع النقاط التي يستحقها كل موقع في ضوء هذه الأوزان النسبية السابقة على أن تتخذ مجموع هذه النقاط كأساس للمقارنة .

٢ - القيام بتحديد التكاليف الثابتة التي يتحملها المشروع والتي لا ترتبط بحجم الإنتاج ، وكذا تحديد التكاليف المتغيرة والتي تزداد مع زيادة حجم الإنتاج حتى يتم تحديد التكاليف الكلية عند مستويات الإنتاج المختلفة والحاصلة بكل موقع من المواقع محل الدراسة شكل (١-٢) .



شكل (١-٢)

ثم يتم مقارنة التكاليف الكلية الحاصلة بكل موقع وبالنسبة لكل حجم إنتاجي وذلك كما في شكل (٢-٣) .



شكل (٣ - ٢)

إذ يمكن تحديد أفضل المواقع إذا ما تم تحديد رقم الإنتاج المتوقع ،
ففي شكل (٣ - ٢) نجد أن الموقع ١ هو أفضل المواقع إذا كانت الكمية
المقترحة إنتاجها تعادل الكمية ك. ويعرف هذا التحليل السابق بتحليل التعادل
والذي سنتناوله بدرجة أكثر تفصيلا في الفصل السادس من هذا الكتاب .

٣ - إذا تعددت المصانع والمخازن الخاصة بالشركة ، وكان من المرغوب
فيه إعادة النظر في الكيفية التي يتم بها نقل وتوزيع المنتجات من المصانع إلى
المخازن أو العكس ، أو إذا رغب في تحديد أفضل مواقع للمصانع أو المخازن.
فعادة ما تستخدم بعض أساليب بحوث العمليات كأسلوب النقل إذ يتم تحديد
تكاليف النقل من المصانع إلى المواقع الافتراضية إلى المخازن الموجودة أو المقترضة.
إقامتها ، وعلى أن على ذلك تحديد أحسن خطة لنقل للمنتجات بين المصانع
والمخازن ، تحديد المواقع الخاصة بالمصانع والمخازن في ضوء الخطة المثلى هذه .

٣-١-٥ الحاجة إلى الإستعانة بالمكاتب الإستشارية :

Use of Consultants

تتميز القرارات الخاصة بتحديد موقع المصنع بعدم التكرار، فقد لا يواجه كثير من المديرين خلا حياتهم الوظيفية إتخاذ مثل هذا القرار، كما لا يتمتع مدير الإنتاج أو العمليات عادة بالسلطة النهائية لإتخاذ مثل هذه القرارات وإنما حاجة ما يرجع في هذا الصدد إلى مجلس إدارة المشروع .

ونظراً لأهمية هذا القرار وأثره البالغ على مستقبل المشروع ونتيجة لعدم تكراره وإقتدار الإدارة في معظم المشروعات الخبرة اللازمة في هذا الصدد ، لذا فإنه من المفضل دائماً اللجوء إلى المكاتب الإستشارية المتخصصة لما لديها عادة من دراية بالأساليب والأدوات العملية التي ترشد عملية إتخاذ مثل هذه القرارات من ناحية وتوافر الخبرة وتكرار هذه المكاتب لمثل هذه الدراسات لمنظمات أخرى مماثلة من ناحية أخرى .

٣ — الترتيب الداخلي للمصنع Facilities Layout :

يقصد بالترتيب الداخلي للمصنع عملية توزيع وترتيب المعدات والأدوات والآلات والعمال ، والمواد ، وأدوات المناولة ، ومراكز الخدمات ، والممرات بالشكل الذي يؤدي إلى تنفيذ أنشطة الإنتاج داخل المصنع بأقسامه المختلفة بسهولة ويسر وبأقل تكلفة ممكنة .

ويأتى إعداد تصميم معين للمصنع بعد الإنتهاء من إتخاذ القرارات الخاصة بتصميم السلعة والأجزاء المكونة لها ، إذ في ضوءها تتحدد طريقة الصنع ، ومن ثم العمليات الصناعية اللازمة والآلات التي ستستخدم في كل عملية .

ونظراً للتسخير المستمر في الظروف المحيطة بالمشروع ، سواء الظروف الاقتصادية أو التطور التكنولوجي في الصناعة ، فإنه من الضروري أن يراعى

فلك عند إعداد التصميم الداخلى بحيث يكون على قدر من المرونة التى تسمح مستقبلا بمواجهة مثل هذه التغيرات .

وهناك عوامل كثيرة تؤثر فى تصميم المصنع ، وهى عوامل متشابهة ومتداخلة فى نفس الوقت ولا يمكن عزل أى من هذه العوامل عن باقى العوامل الأخرى ، فمثلا تحديد المواقع الخاصة بالتخزين ومساحتها لا يؤثر فقط على التكاليف الخاصة بالتخزين بل يؤثر أيضاً على تكاليف النقل الداخلى والمناولة ، كما أن تحديد مواقع المعدات والآلات ومراكز العمل يؤثر أيضاً على تكاليف النقل الداخلى والمناولة .

ونتيجة لكثرة عدد المتغيرات التى تؤثر فى عملية التصميم وتشابكها فإنه يصعب القول بوجود تصميم أمثل ، ولكن كل البحوث التى تتم فى هذا المجال يمكن أن تساعد فى الوصول إلى تصميم يعتبر ملائماً أو مناسباً فى ظل ظروف معينة .

وهناك مجموعة من الأهداف تسعى إلى تحقيقها من خلال الترتيب الداخلى للمصنع والتى يمكن أن نوجز أهمها فيما يلى :

١ - تقليل عمليات نقل ومناولة المواد ، الأمر الذى يؤدي إلى تدنية تكاليف البضاعة تحت الصنع وبالتالي تقليل رأس المال العامل اللازم لإتمام العمليات الإنتاجية .

٢ - تقليل المساحات اللازمة لإتمام العمليات الإنتاجية ، وبالتالي تقليل رأس المال الثابت اللازم الأمر الذى يؤدي إلى رفع العائد النهائي على الأموال المستثمرة .

٣ - القضاء على الإزدحام الذى قد يؤدي إلى حدوث إختناقات فى العملية الإنتاجية .

٤ - إمكانية إستغلال القوى العامة إستغلالاً أمثلاً فتيحة تدنية المسافات .
والوقت اللازم للحصول على المواد والمهمات والمعدات من ناحية وكثيعة
لتحقيق درجة عالية من الإشراف من ناحية أخرى .

٥ - تسهيل مهمة المحافظة على صيانة ونظافة المبنى ، بالإضافة إلى إمكانية
تحقيق درجة أصل من الأمن الصناعي .

٦ - يوفر الترتيب الأمثل للإمكانات اللازمة لتوسع في العمليات
الإنتاجية أو في خط المنتجات المستقبلية .

ويمكن أن نوجز النتائج الصافي للفوائد السابقة ، في تخفيض الأموال
المستثمرة في البضاعة تحت الصنع وكذا الأصول الثابتة ، بالإضافة إلى زيادة
المخرجات مع تقليل تكلفة إنتاج الوحدة .

ونفهر هنا إلى أنه أي كانت فاعلية الترتيب الحال فإن لتعديلات الكثير
التي تطرأ على العمليات الإنتاجية ونوع الآلات المستخدمة وعلى تشكيلة المنتجات
وغيرها من العوامل الأخرى ، تؤدي إلى الحاجة الدائمة إلى إعادة النظر في الترتيب
الحال . re-layout .

٣ - ٢ - ١ الأشكال المختلفة لترتيب الداخل للمصنع :

Layout Patterns

هناك شكلين أساسيين لترتيب الداخل للمصنع وهما الترتيب حسب العمليات
الإنتاجية أو الترتيب حسب المنتج ، وبني أي من الشكلين السابقين ترتيباً
مختلفاً للآلات والتسييلات الإنتاجية ومن ثم إستغلالاً مختلفاً لمساحة المصنع .

٣ - ٢ - ١ الترتيب حسب العمليات Process Layout :

يستخدم هذا الترتيب بصفة خاصة في الورش الإنتاجية ، حيث يتم تجميع
الآلات التي تؤدي نفس الوظيفة ونفس العملية الإنتاجية في قسم واحد .

فعادة ما يتبع هذا الترتيب عندما يكون الإنتاج متغيراً بمعنى أن مواصفات المنتج غير ثابتة ومتغيرة من وقت لآخر تبعاً لطلبات العملاء . أى يتم الإنتاج حسب الطلب وليس للسوق .

ويتميز هذا النوع من الإنتاج بالشروع في عدد السلع أو الأصناف المنتجة مع صغر الكمية المنتجة من كل سلعة ، ومع كل طلبية يتم تغيير الآلات واعدادها في ضوء المواصفات المطلوبة ، وقد يستغرق إعداد الآلة زمناً ليس بالقصير في كل مرة ، وعلى هذا فإن المصنع يقسم إلى عدد من الأقسام كل منها يحتوى على مجموعة الآلات التى تؤدي نفس الوظيفة فثلاً هناك قسم لآلات الحراطة ، قسم يحتوى آلات تنقيب ، قسم للتجميع ، قسم للفحص . وليس من الضروري أن يتساوى عدد الآلات في كل قسم من هذه الأقسام .

ويمكن بيان أهم خصائص هذا الترتيب فيما يلى :

١ — تكون الآلات المستخدمة عادة آلات عامة الغرض غير متخصصة ، أى أن الآلة نفسها يتم إستخدامها لأكثر من غرض واحد ، وذلك بعد إعدادها لمواجهة المواصفات الجديدة لكل طلبية ، وبالطبع فإن هناك دائماً حد للمدى الذى يمكن فيه للآلة أن تنفذ ذلك التنوع والإختلاف في المواصفات .

٢ — الآلات عامة الغرض عادة ما تكون منخفضة التكلفة ، كما يمكن في حالة توقفها الإستعانة بأى آلة أخرى مماثلة في نفس القسم الإنتاجى .

٣ — نظراً لعدم وجود تسلسل معين يلزم إتباعه في ترتيب الآلات ، فعاده ما يمكن تجميع الآلات والمعدات ذات الطبيعة الخاصة كذلك التى يصدر عنها درجة عالية من الضوضاء أو التى تؤدي إلى إرتفاع درجة الحرارة في أماكن خاصة .

٤ — أن العمال في هذا النوع من المشروعات يجب أن يتمتعوا بقدر كبير

من المهارة ، حيث أن تشغيل الآلات عامة الغرض لن يكون روتينياً ، فمع كل طلبية يتطلب الأمر إعادة تجهيز وإعداد الآلة لمواجهة المواصفات الخاصة بالطلبية الجديدة ، كذلك فإنه في هذه الطريقة يحدث أن استخدام بعض أنواع من الآلات لا يكون بصفة دائمة ومن ثم فقد يتطلب الأمر أن يقوم العمال بالإنتقال للعمل على آلات أخرى ، الأمر الذي يتطلب أن يكون هؤلاء العمال على قدر من المهارة والخبرة التي تمكنهم من تشغيل أكثر من نوع من الآلات .

• — نظراً لتنوع الإنتاج في هذه المصانع فإننا نلاحظ إرتفاع للخزونات من المواد الأولية ، وأيضاً للمواد والأجزاء تحت الصنع الأمر الذي يجب مراعاته من حيث ترك المساحات المناسبة لقيام بعمليات التخزين والتقل .

ويمكن القول أن أهم مزايا هذا الترتيب هو ذلك القدر الكبير جداً من المرونة ، إذ يمكن المشروع تلبية الطلبات من حيث الحجم أو الشكل ولا يتقيد المشروع بتصميم ثابت لسعة ما ، ومن ثم فهو قادر على مواجهة التطور المستمر في أذواق المستهلكين .

أما أهم عيوب هذا الترتيب فهي أرتفاع التكاليف الخاص بعنصر العمل نتيجة تشغيل عمال على قدر صغير من الخبرة والمهارة ، بالإضافة إلى صعوبة وظيفة تخطيط وضبط الإنتاج نتيجة لأن كل طلبية تحتاج إلى خطة إنتاجية مختلفة .

٣ - ٢ - ١ - الترتيب حسب المنتج أو حسب خط الإنتاج :

Product or Line Layout

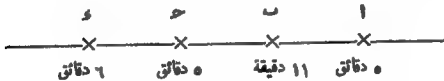
يقام الترتيب الداخلي للمصنع في هذه الحالة على أساس المنتج ومن ثم فإن الآلات والمعدات يتم ترتيبها حسب توالى العمليات التي يحتاجها تصنيع هذا المنتج ووفقاً لها هو محدد في الورقة الخاصة بخطة السير، ويكون ذلك على صورة

خط أو خطوط إنتاج يبدأ بالمادة الأولية وينتهي بالمنتج أو أحد أجزائه .
ويستخدم هذا النوع من التصميم عادة عندما يكون الإنتاج مستمراً من حيث
الخواص ، فالعمل والإنتاج هنا يستمر بنفس النظام ، والإنتاج هنا عادة هو
إنتاج السوق وليس إنتاج حسب الطلب ، إذ يتم إنتاج كميات كبيرة من الصنف
الواحد بما يكفي تلبية لإحتياجات السوق الحالية والمستقبلية .

ويمكن بيان أهم خصائص هذا الترتيب فيما يلي :

١ — أن الآلات المستخدمة هي آلات ذات تكلفة عالية ومتخصصة
الغرض ، أى أنها معدة لإنتاج سلعة معينة بخواص معينة ، ونظراً لأن الإنتاج
هنا يستمر على وتيرة واحدة فإن الآلات لا تحتاج إلى إعادة تجهيز أو إعداد كما
هو الحال في الطريقة الأخرى ومن ثم فإن نوعية العمال المطلوبين لا يشترط أن
تكون من ذوى المهارات العالية .

٢ — نظراً لإرتباط العمل على أجزاء خط الإنتاج بعضها البعض ، لهذا
فإن أهم ما يجب تحقيقه هو مراعاة التوازن على الخط ، حيث أنه إذا كان هناك
جزء على خط الإنتاج ذا سرعة أقل أدى ذلك إلى تراكم المواد عند هذا الجزء
ومن ثم تقل سرعة الخط الإنتاجى كله ، فسرعة خط الإنتاج يحددها أبطأ
أجزائه ، لذا ففى الشكل التالى إذا كانت سرعة الأجزاء ١ ، ب ، ج ، د ، هـ على
الترتيب هي ٥ دقائق ، ١١ دقيقة ، ٥ دقائق ، ٦ دقائق للوحدة .



فإن سرعة هذا الخط هي وحده كل ١١ دقيقة ، وبهذا سيتراكم الإنتاج أمام
الآلة ب وستبقى الآلة د ، هـ ومطلتان بعض الوقت ، ولذا فإن تحقيق التوازن

على الخط يتطلب مضاعفة سرعة الخط عند المرحلة من بوضع آلتين بدلا من آلة واحدة

٣ — يقل المخزون من المواد الأولية والنصف مصنعة في هذا الترتيب بسبب التوازن بين أجزاء خط الإنتاج .

ويمكن القول بأن أهم مزايا هذا الترتيب هو سرعة وسهولة إنسياب العمل وكذا سهولة متابعة العمال والإشراف عليهم .

أما أبرز عيوب هذا الترتيب فهو قلة المرونة ، إذ يصعب تغيير نوع السلعة المنتجة أو تعديل التصميم المنتج ، كما أن بطء أى آلة أو حدوث عطل في أى موقع على خط الإنتاج يؤدي إلى توقف الخط الإنتاجي كله وتعطله .

وبالإضافة إلى الشكاكين الأساسيين للترتيب السابق الإشارة إليهما ، هناك عدة أشكال أخرى للترتيب الداخلي للموقع .

— فقد يتواجد المنتج في مكان ثابت على أن يتم نقل المهمات والأدوات والمعدات والأيدى العاملة إلى حيث يوجد المنتج ، وذلك كما هو الحال في بناء السفن ، ويطلق عليه الترتيب على أساس التواجد الثابت للمنتج *fixed position-layout* أو الترتيب على أساس الانتقال للمنتج .

— وقد يتم الترتيب أساسا بقصد خدمة العملية التسويقية وتيسر الأمر على المستهلك ، كما هو الحال في ترتيب البضاعة بسوبرماركت ويطلق عليه بالترتيب التسويقي *marketing-layout* .

— وبالنسبة للمخازن يتم الترتيب على أساس حسن إستخدام الإمكانيات المخزنية المتاحة وتيسر عملية المناولة ، وهو ما يطلق عليه بالترتيب التخزيني *Storage-layout* .

وقد يتم ترتيب المساحة المتاحة خلف المخزن حتى تقل الحاجة إلى التخزين الداخلي وإلى معدات المناولة الداخلية، وهو ما يطلق عليه بـ *yard — layout*. وبالنسبة للمكاتب الإدارية، يتم الترتيب بالشكل الذي يسر من إسياب العمل المكتبي والإداري بين الموظفين، وهو ما يطلق عليه بالترتيب الداخلي للمكاتب *office — layout*.

— وتواجه منظمات الخدمات مثل البنوك وشركات التأمين والمستشفيات والمطاعم والمكاتب وغيرها من الهيئات والمنظمات الخدمية نفس المشاكل الخاصة بالترتيب الداخلي التي تواجهها المصانع، إلا أن اللممة الأساسية في منظمات الخدمات هي في تحديد حركة وإسياب العمل والموظفين وكذا إسياب الأوراق بين المكاتب المختلفة وذلك على عكس الحال في المنظمات الصناعية التي تهتم أساساً بمناولة المواد داخل أقسام المصنع.

٣-٢-٧ العوامل التي تأخذ في الحسبان عند تحديد الترتيب الداخلي للمصنع:

هناك مجموعة من العوامل التي يستعان بها عند تحديد الترتيب الداخلي للمصنع والتي سنتناولها بالشرح فيما يلي:

٣-٢-٨ إتخاذ القرار الخاص بالطاقة المطلوبة للمصنع :

عند إعداد تصميم لمصنع جديد، أو إعادة تصميم أو التوسع لمصنع قائم، فإنه من أهم القرارات الواجب إتخاذها على أعلى مستوى هو ذلك القرار الخاص بتحديد طاقة المصنع المطلوبة، إذ لا يمكن مثلاً أن نرأسج المبيعات السنوية للأصناف المنتجة، إذ قد تكون هذه المبيعات خاضعة لتقلبات موسمية أو غير مستقرة على مدار السنة، فهل نبنى حساباتنا على أساس حجم المبيعات في قمة الموسم أو نأخذ نوعاً من المتوسطات يتم في ضوءها تحديد الطاقة المطلوب توفيرها، فإذا خذلنا على أساس متوسط المبيعات فسوف يحقق ذلك لنا نوعاً من الإستقرار

في مستويات المالة ويحقق كذلك استناداً أفضل للتنبيلات القائمة، إلا أنه تحس هذه الظروف يتطلب الأمر ضرورة توفير كميات كافية من المخزون لمواجهة مستوى المبيعات المرتفع في فترات الزواج ، القصة ، وعلى العكس إذا خططنا على أساس أكبر حجم مبيعات ، فيؤدى ذلك إلى تقليل احتياجاتنا من المخزون ، إلا أنه في نفس الوقت سيؤدى إلى ارتفاع التكاليف بشكل واضح ، وذلك نتيجة لوجود طاقات إنتاجية عاطلة لفترات كثيرة خلال العام.

وعلى هذا فهناك مشكلة تواجه القائمين دائماً وهم بصدد اتخاذ مثل هذا القرار . وتتطلب دراسة شاملة دقيقة وتحليلاً إقتصادياً لكل العوامل المؤثرة ، بحيث يمكن الوصول إلى وضع الخطة التى تقلل التكاليف الخاصة بهذه العوامل مثل المخزون ، التنبيلات الإنتاجية ، المالة ، إلى أقل مستوى ممكن.

وبالإضافة إلى ما سبق فهناك سؤال آخر يجب الإجابة عليه وهو هل يكون التخطيط وتصميم المصنع على أساس الطاقة اللازمة لمواجهة المبيعات الحالية أو لمواجهة حجم المبيعات المتوقعة في الفترات الزمنية المقبلة ، سنة أو خمس أو عشر سنوات مثلاً ؟ ، وهنا نلاحظ أن إعداد المصنع لمواجهة إحتياجات مستقبلية لا يضمن بالضرورة ضرورة شراء آلات ومعدات أكثر مما تتطلبه إحتياجات الإنتاج الحالية وإنما يكفى أن توفر المساحات والأماكن اللازمة لوجود الأعداد الإضافية التى قد نحتاجها مستقبلاً من هذه الآلات والمعدات ، وعلى هذا لن تحمل أى تكاليف إضافية ثابتة في الوقت الحال إلا فيما يتعلق بالمساحات التى لن نستطيع والمخصصة لإحتمالات التوسع المستقبلية ، وهنا يجب أن يؤخذ في الاعتبار أن تكلفة الحصول على مثل هذه المساحات الإضافية في المستقبل سيكون أكثر بالقطع من الحصول عليها حالياً بالإضافة إلى احتمال صعوبة أو استحالة تحقيق ذلك .

وعند اتخاذ قرار ما في أى من الحالتين السابقتين ، فإنه يجب أن نراعى :

- ١ - ما إذا كان المشروع سيقوم بتوفير الإحتياجات المطلوبة منه كلها داخل المشروع أى باستخدام طاقاته الإنتاجية فقط . أم أن جزءاً من هذه الإحتياجات

سيتم شرائها من الغير ، ومن ثم فإن الطاقة الإنتاجية المطلوبة سيتم توفير جانب منها عن طريق المشروع والجانب الآخر عن طريق الغير .

٢ — هل سيتم تشغيل المصنع ووردية واحدة أو اثنين أو ثلاثة لتحقيق الطاقة الإنتاجية المطلوبة ؟

وبالطبع فإن الإجابة على ذلك يتطلب دراسة تكلفة البدائل المختلفة في كل الأحوال ، فلاحظ أن تشغيل المصنع لأكثر من ووردية يحقق استغلالاً أفضل للأصول والمعدات الرأسمالية إلا أنها في نفس الوقت ترفع من تكاليف الإشراف والعمالة مع احتمال انخفاض مستويات الجودة في الوردية الثانية والثالثة.

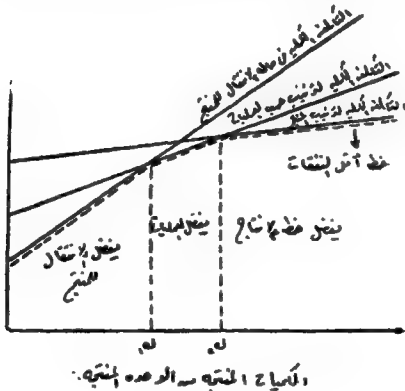
ولاشك أن الأمر يتطلب تحليلاً اقتصادياً لكل بديل ، ومع ذلك فلاحظ ما نجد أن الصناعات ذات الاستثمارات الضخمة في المباني والآلات والمعدات كصناعات الصلب والصناعات الكيماوية . . . إلخ . ترى أن تشغيل المصنع أكثر من ووردية أمراً اقتصادياً لها ، بعكس الصناعات ذات الاستثمارات البسيطة في المباني والمعدات فإن الزيادة التي تتحملها نتيجة ارتفاع تكاليف الإشراف والعمالة لا تتوازى مع الوفورات الناجمة عن استغلال المعدات والآلات استغلالاً أفضل بسبب تشغيلها عدة ورديات.

ومن النقاط الهامة التي تثار دائماً عند تصميم المصنع هو السؤال الخاص بإقامة مصنع من طابق واحد أو عدة طوابق ، وهناك بالطبع عوامل كثيرة توضح مزايا الطابق الواحد إذ أن تكاليف الإنشاءات الخاصة به عادة ما تكون قليلة ، كما أنه يوفر مرونة كبيرة في المساحة الداخلية لعدم وجود العواميد الداخلية بكثرة التي توجد عادة في حالة تعدد الطوابق . كذلك فإن تكاليف النقل الداخلي والمناولة أقل أيضاً في حالة الطابق الواحد ، كما أن مضاعفة الطوابق لا يعني مضاعفة المساحة المتاحة إذ أن أجزاء منها سوف تستخدم في المصاعد والسلالم والأعمدة . . . إلخ ، إلا أنه من ناحية أخرى قد ترتفع تكلفة الأرض بشكل كبير جداً كما هو الحال في مواقع وسط المدن مما يجعل المبنى المتعدد الطوابق أقل تكلفة للمشروع .

٣-٢-٢ التكاليف الخاصة بالترتيب الداخلي للموقع :

لا شك أن إختيار أفضل ترتيب لموقع ما ، يتطلب تحليلا إقتصاديا لسكل بديل . ودراسة دقيقة للتكاليف سواء الثابتة أو المتغيرة التي يتحملها المشروع في كل حالة . وعموما يمكن القول أنه كلما زادت عدد الوحدات المنتجة من الصنف الواحد كلما قلت المزايا الممكنة الحصول عليها من الترتيب على حسب العمليات وزادت المزايا الممكنة الحصول عليها من الترتيب على حسب المنتج أو خط الإنتاج .

ويوضح شكل (٣-٢) أنه كلما زادت الكمية المنتجة من الصنف الواحد كلما كان من الأفضل الإقلاع عن الترتيب القائم على أساس الانتقال للنتج إلى الترتيب حسب العمليات ، وأخير أ إلى الترتيب على أساس المنتج أو خط الإنتاج .



(شكل ٣-٢)

إذ يتبين من الرسم أن خط أقل النفقات يرتبط بالترتيب على أساس الانتقال المنتج لكل الكميات $L_1 > L_2$ ، وبالتحديد على أساس العمليات لكل الكميات. التي تقع بين L_1 و L_2 أى الكميات L_1 حيث $L_1 > L_2 > L_3$ ، وأخيراً يرتبط خط أقل النفقات بالترتيب على أساس خط الإنتاج لكل قيم $L_1 \leq L_2$.

وعادة ما يتم من الناحية العملية إستخدام أكثر من ترتيب واحد في نفس الوقت في صناعة تسيارات عادة ما نجد بالإضافة إلى الخطوط التجميعية مجموعة من الورش والتي تؤدي كل منها عملية صناعية معينة .

٣-٢-٢-٣ عوامل أخرى :

عادة ما تبدأ عملية الترتيب الداخلى للصنع ، بتحديد أقسام الإستلام والشحن. والتي عادة ما تتحدد في ضوء شبكة الطرق الحالية والمستقبلية ، كما يأخذ في الحسبان أيضا مواجهة أقسام الإستلام والشحن لمحطة السكة الحديد إذا وجدت بالقرب من الموقع أو إمكانية الإستلام والشحن عن طريق القليل أو أحد الموانئ في حالة القرب منها .

ثم إلى تحديد مواقع الإستلام والشحن لتحديد مواقع الأقسام الأخرى. بالموقع ، وذلك بالشكل الذي يقلل أساسا من تكلفة مناولة المواد والمهمات داخل مصنع ، ففي حالة التقسيم حسب العمليات يؤخذ في الحسبان الحركة الحالية والمتوقعة بين الأقسام المختلفة حتى يتم تحديد مواقع هذه الأقسام بالشكل الذي يقلل قيمة الحركة بين الأقسام المختلفة مرجحة بالمسافات المقطوعة بينها نتيجة لترتيب الداخلى المقترح . أما إذا كان الترتيب حسب خط الإنتاج فإن أم ما يجب أخذه في الحسبان في هذه الحالة هو تحقيق التوازن بين أجزاء هذا الخط .

كما يجب أن يؤخذ في الحسبان ضرورة تصميم المبنى وإجراء الترتيب بما يسمح بحركة العمال والمهمات ، وبما يسمح بتحمل الأحمال الخاصة بالآلات والمعدات مع مراعاة العوامل المختلفة الأخرى كالتهووية ودرجة الحرارة والعضضاء والاضاءة

ودرجة الرطوبة ، وكذا توافر أماكن لدرجات المياه وتلوجات الشرب بما يقلل من الوقت الخاص بإنتقال المياه لهذه الأماكن.

ولاشك أن وجود خرائط لتدفق العمليات والتي ستناولها في فصل تأدم في هذا الكتاب سوف تساعد إلى حد كبير في الوصول إلى أنسب ترتيب داخلي للموقع .

٢-٢-٣ البيانات اللازمة للترتيب الداخلي للمصنع:

Data Needed for Layout Planning

لاشك من ضرورة توافر بيانات عديدة حتى يمكن في ضوءها تحديد الترتيب الداخلي للمصنع ، إذ يجب معرفة للواد الخام اللازمة لكل وحدة منتجة من الأصناف المختلفة وهي ما تسمى بـ (BIM) bill of materials وكذا تحديد الطلب المتوقع على كل صنف من الأصناف المنتجة حتى يمكن في ضوء العاملين السابقين تحديد حجم العمليات المتوقع . كما يجب معرفة نوعية العمليات الإنتاجية اللازمة للوصول بالمواد الخام هذه إلى منتجات نهائية ، كما يتم في ضوء معرفة معدلات التشغيل الآلي واليدوي تحديد نوعية وعدد الآلات المطلوبة وكذا تحديد الأيدي العاملة اللازمة للإنتاج .

وتزداد صعوبة تصديق الترتيب الأمثل كلما تعددت المنتجات من ناحية والعمليات الإنتاجية اللازمة لها من ناحية أخرى ، ولذا عادة ما يستخدم الحاسب الآلي في هذا الصدد ، إذ عادة ما تستخدم أساليب المحاكاة Simulation كأساس لتحديد الترتيب المناسب ، كما عادة ما تستخدم أساليب بحوث العمليات وبصفة خاصة صفوف الانتظار في تحديد عدد الآلات المطلوبة وكذا عدد وأماكن مراكز الخدمة اللازمة لتقليل الوقت اللازم لإنتقال العاملين أثناء العمل.

الفصل الرابع

التنظيم الإدارى للمصنع

٤٠ - ١ مقدمة :

يعد التنظيم من أهم المقومات الأساسية اللازمة لإنجاح أى منظمة من منظمات الأعمال ، إذ يضمن التنظيم الجيد تجميع الجهود والتنسيق فيما بينها نحو تحقيق الأهداف المطلوبة بدرجة عالية من الكفاءة والفاعلية .

فيتم تحديد الأهداف المطلوب تحقيقها ، ثم تحديد أوجه النشاط اللازمة لتحقيق هذه الأهداف ، على أن يلى ذلك تحديد الأعمال اللازم القيام بها وتوزيع هذه الأعمال على الأفراد بطريقة تضمن الكفاءة فى الأداء وحسن إستغلال كافة الجهود والإمكانات المتاحة ، وما يستتبع ذلك من ضرورة وجود تحديد واضح للسلطات والمسئوليات والعلاقات بين الأفراد وكذلك العلاقات بين الوحدات التنظيمية المختلفة ، وكذا تحديد خطوات واضحة للإتصال وتدقيق المعلومات بين وحدات المشروع المختلفة وذلك بالشكل الذى يدعم إتخاذ القرارات ورفع من كفاءتها .

ولا شك أن نجاح تنظيم أى مشروع من المشروعات إنما يكمن فى مراعاة الطبيعة أعمال المشروع وظروفه من ناحية وكذلك مراعاته للبادئ العلمية المتعارف عليها فى إدارة الأعمال من ناحية أخرى ، فرغم أن للبادئ العلمية لإدارة الأعمال واحدة إلا أنه من الصعب بل من المستحيل أن نحدد مشروعين متماثلين تماماً فى الظروف المختلفة ، وهنا تظهر أهمية تطويع المبادئ العلمية لإدارة

الأعمال وفقاً لظروف المشروع حتى نصل إلى التنظيم الذى يضمن حقيقة تحقيقه الأهداف المرجوة .

٤ — ٢ — أم المبادئ الأساسية للضرورة لإعداد التنظيم الإدارى :

هناك مجموعة من المبادئ والإعتبارات التى يجب مراعاتها عند إعداد التنظيم الإدارى المصنع ، ولا تختلف هذه المبادئ عن تلك الخاصة بإعداد التنظيم الإدارى لأى منظمة من المنظمات والتى تناولها كتب أصول الإدارة والتنظيم بشئ كبير من التفصيل . وسوف نبين فيما يلى أم هذه المبادئ وذلك دون الدخول فى التفاصيل التى لا تتفق مع الغرض من هذا الكتاب .

٤ — ٢ — ١ — تدعيم وجود المستويات الإدارية :

إذ يجب تدعيم وجود المستويات الإدارية والتى عادة ما تتمثل فى مستوى الإدارة العليا والإدارة الوسطى أو التنفيذية والإدارة المباشرة .

ولقد لاحظ المؤلف غيبة الإدارة الوسطى فى الكثير من الشركات والمصانع المصرية وذلك على الرغم من أهميتها بإعتبارها حلقة الوصل بين الإدارة العليا والإدارة المباشرة من ناحية ، وإعتبارها مسئولة عن عدد معين من الاختصاصات .
يؤدى عدم القيام بها إلى عرقلة العمل وعدم ضمان إسيابه وتدفعه فى سهولة ويسر وظهور العديد من الاختناقات التنظيمية من ناحية أخرى .

٤ — ٢ — ٢ — خلق مراكز مسئولية محددة :

تفاس فاعلية التنظيم فى جانب أسامى منه بمدى قدرته على تحديد مراكز واضحة ومحددة المسئولية ، إذ يمثل ذلك نقطة البداية الطبيعية نحو ضمان دقة التنفيذ ومن ثم إمكانية المحاسبة على مدى تحقيق النتائج بطريقة موضوعية .

ويتطلب خلق مثل هذه المراكز ما يلي :

— تحديد مجموعات الأنشطة الرئيسية اللازمة لتحقيق أهداف المشروع سواء الحالية أو المستقبلية بدرجة قاطعة في الوضع .

— تحديد مجموعة الأعمال الأساسية اللازمة لوضع كل من هذه الأنشطة الرئيسية موضع التطبيق العملي .

— تجميع الأعمال المتشابهة والمتراصة والمتكاملة في وظيفة واحدة وتحديد المسؤولية عنها في شخص واحد .

— تحديد الاختصاصات الخاصة بكل وجه من أوجه النشاط وكذا الخاصة بكل وظيفة بطريقة واضحة ومحددة .

— تحديد مسؤولية كل رئيس بشكل واضح وقاطع مع إعطائه السلطة الكافية لوفاء بالمسؤوليات الملقاة على عاتقه .

— عدم إجراء أى تعديل على هذه المسؤولية إلا إذا اقتضت طبيعة العمل ذلك ، مع ضمان دراسة هذه التعديلات ومعرفة تأثيرها على جوانب النشاط الأخرى .

— عدم تلقى المرؤوس أوامره من أكثر من رئيس واحد وهو ما يعرف بمبدأ وحدة القيادة ، فلا يسمح لأى مسئول أن يتخطى أحد الرؤساء وذلك بأن يصدر أوامر أو تعليمات مباشرة إلى مرؤوسه .

ويصاحب عملية تحديد الاختصاصات وخلق مراكز المسؤولية هذه ، ضرورة تحديد خطوط السلطة ووسائل الإتصال ، وكذا تحديد العلاقات الوظيفية بطريقة تمنع التضارب في عملية إنفاذ القرارات وتكفل تحقيق التنسيق المطلوب بين الواحدات المختلفة المكونة للتنظيم .

٤ - ٢ - ٣ خلق نطاق مقبول للإشراف :

إذ يجب أن يشرف الرئيس على عدد متناسب من الأفراد حتى يستطيع أن يفسق بين مجهوداتهم وبما يمكنه من توجيههم للعمل معاً كفريق واحد ومتكامل. وبطريقة فعالة ، وبالشكل الذي يوفر للرئيس الوقت الكاف لأعمال التخطيط والإشراف والتوجيه والرقابة . ويختلف العدد الذي يمكن أن يشرف عليه الرئيس الواحد باختلاف طبيعة النشاط من ناحية وباختلاف المستوى الإداري من ناحية أخرى ، إذ عادة ما يشرف مدير عام المصنع على شخصين أو ثلاثة على الأكثر في أغلب الأحيان بينما يشرف الملاحظ على عدد كبير من العمال قد يصل إلى ٢٠ فرداً أو أكثر ، خاصة في الأعمال الغير الفنية والمتكررة .

٤ - ٢ - ٤ تفرغ الإدارة العليا لأعمال التخطيط والمتابعة :

تتحمل الإدارة العليا المسؤولية الأساسية عن إنجاز المشروع وتحقيق أهدافه ، ومن ثم يجب أن يتاح لها الوقت الكافي لتحمل هذه المسؤولية والتفرغ لأعمالها الأساسية في مجال التخطيط ورسم السياسات ومتابعة نتائج الأعمال بالنسبة للمشروع ككل .

ولشير هنا إلى أن وجود إدارة وسطى فعالة أمر يفيد في تحقيق هذا الغرض إلى حد كبير ، لما يؤديه ذلك من إنعريف الإدارة العليا عن التدخل في مشاكل العمل اليومية .

٤ - ٢ - ٥ خلق كوادر إدارية :

يجب أن يحقق التنظيم درجة كبيرة من المشاركة للمسؤولين عن التنفيذ في عملية اتخاذ القرارات ، مما يؤدي إلى خلق كوادر إدارية جديدة قادرة على تحمل مسؤولياتها مستقبلاً ، كما يمكن ذلك أيضاً من اتخاذ قرارات عملية وبطريقة تأخذ في اعتبارها الظروف الفعلية للتنفيذ .

كما يجب تحقيق درجة من اللامركزية في التنفيذ مما يساعد على خلق روح المسؤولية والولاء والإتقاء للمشروع . وبما لا شك فيه أن الدقة والوضوح في عملية تحديد الاختصاصات سوف يكون له أكبر الأثر في وضع هذا للبدأ موضع التطبيق العملي .

٤ - ٣ أوجه النشاط الرئيسية للمصانع :

تعمل المصانع على ترجمة خطة البيع والتسويق إلى كميات إنتاج من كل صنف من الأصناف المطلوبة وبالموصفات المحددة والوacيد المقررة . وفي سبيل ذلك تقوم بتحديد الإحتياجات من الخامات والعمولات والعمالة وكذا تحديد المعدات والأدوات اللازمة للتشغيل ، ووضع خطط الإنتاج والرقابة على تنفيذها بما يتضمن الإستغلال الأمثل لعناصر الإنتاج وإمكاناته المتاحة مع الإلتزام الكامل بالمواصفات والجودة المطلوبة .

وعادة ما يحتوى التنظيم الإدارى للمصانع على عدة تقسيمات إدارية كالإنتاج والصيانة من ناحية والإحتياجات من ناحية أخرى هذا بالإضافة لإدارات إستشارية للتخطيط ومتابعة الإنتاج وأخرى لمراقبة الجودة ، كما عادة ما يحتوى هذا التنظيم على قسم للشئون المالية والإدارية والذي يتبع مدير المصانع تنفيذياً ويخضع للإشراف الوظيفى للمدير المالى والإدارى فنياً .

ويمكن فيما يلى بيان أم الإدارات التى يحتوئها التنظيم الإدارى للمصنع مع بيان أم الاختصاصات الخاصة بكل من هذه الإدارات .

٤ - ٣ - ١ إدارة الإنتاج :

تتخص إدارة الإنتاج بالآتى :

١ - تزويد إدارة تخطيط ومراقبة الإنتاج بالبيانات عن الإمكانيات المتاحة من الآلات والعمال والمواد وذلك حتى يمكن وضع خطط وبرامج الإنتاج .

٢ — وضع برامج تشغيل الآلات والمواد والعمال وذلك بالشكل الذي يضمن تنفيذ الخطط وبرامج الإنتاج ووضعها موضع التطبيق العملي .

٣ — الاشتراك في تحديد الاحتياجات من الخامات ومواد التعبئة والتغليف اللازمة لتنفيذ برامج التشغيل .

٤ — إخطار المخازن بهذه الاحتياجات لإتخاذ اللازم نحو توفيرها بالمصانع في الأوقات المطلوبة .

٥ — الاشتراك في تحديد الاحتياجات من العمالة بأنواعها المختلفة وإتخاذ اللازم نحو توفيرها وتنميتها بالإشتراك مع الشؤون الإدارية .

٦ — تحديد معدلات الإنتاج للآلات والمعدات بما يضمن الإستخدام الأمثل لها .

٧ — الإشتراك مع إدارة الصيانة في وضع خطط وبرامج الصيانة للآلات والمعدات .

٨ — إعداد الترتيب الداخلي للمصنع بما يحقق إسياب العمل وتدفقه في سهولة ويسر ، بما يؤدي إلى حدوث إختناقات في الإنتاج .

٩ — الإشتراك في وضع الخطط الخاصة بشراء الآلات وتطويرها أو إستبدالها .

١٠ — المحافظة على المنتجات النهائية تامة الصنع حتى يتم إتخاذ إجراءات تسليمها إلى مخازن المنتجات الجاهزة .

٤ — ٣ — ٢ إدارة الصيانة :

تختص إدارة الصيانة بالآتي :

١ — وضع خطط وبرامج الصيانة بالإشتراك مع إدارة الإنتاج .

٢ — تنفيذ برامج لصيانة اللازمة للآلات والمعدات بالشكل الذي يمنع حدوث أعطال مستقبلاً .

٣ — القيام بأعمال الصيانة الدورية والطارئة وإصلاح الأعطال والتلفيات بجميع الآلات والمعدات .

٤ — تحديد الإحتياجات اللازمة من قطع النيار وذلك بالنسبة لكل آلة أو معدة من الآلات والمعدات .

• — الإحتفاظ ببطاقة لكل آلة يوضح بها كل ما يتعلق بها من مواصفات وما أجرى عليها من إصلاحات وبرامج الصيانة المقررة لها خلال الفترة الزمنية المقبلة .

٤ - ٣ - ٢ تخطيط ومراقبة الإنتاج :

تختص إدارة تخطيط ومراقبة الإنتاج بالآتي :

١ — تحديد الإحتياجات من المنتجات النهائية المطلوب إنتاجها خلال كل فترة زمنية معينة وذلك لوفاء بإحتياجات خطة البيع والتسويق آخذاً في الاعتبار أرقام المخزون من هذه المنتجات أول وآخر للعدة .

٢ — وضع الخطة الرئيسية للإنتاج وجدولتها زمنياً بما يضمن تحقيق التنسيق المطلوب بين العمليات المتنوعة التي يلزم القيام بها في المصانع .

٣ — وضع خطط الإنتاج التفصيلية بالنسبة لكل خط من خطوط المنتجات وذلك بالإشتراك مع مدير الإنتاج .

٤ — إقتراح التعديلات المطلوب إجرائها على الخطة الموضوعه ، وذلك في ضوء أى تغير قد يحدث في الظروف المصاحبة للتنفيذ .

٤ - ٣ - ٤ مراقبة الجودة :

تحدد اختصاصات هذه الإدارة فيما يلي :

- ١ - الإشتراك في فحص الخامات ومواد التهيئة والتغليف التي يتم شراؤها سواء محلياً أو من الخارج للتأكد من مطابقتها للوصفات الموضوعة .
- ٢ - وضع المعايير التي يتم على أساسها مراقبة الجودة للمنتجات المختلفة التي يتم إنتاجها أخذاً في الاعتبار المواصفات الموضوعة .
- ٣ - إبداء الرأي بالنسبة لأنظمة وأساليب الإنتاج وإقتراح التعديلات اللازمة لإجرائها على تسلسل ونتائج العمليات الإنتاجية وذلك بما يضمن منع وقوع الأخطاء أو الإنحرافات أو تقليل احتمالات حدوثها .
- ٤ - تحديد نقاط الرقابة المرحلية بما يمكن من مراقبة الإنتاج وإكتشاف الأخطاء عقب كل مرحلة وإتخاذ اللازم نحو تصحيحها .
- ٥ - تحديد الإنحرافات وتحليل أسبابها وإعداد التقارير بشأنها، تمهيداً للعمل على تلافى حدوثها مع إتخاذ الإجراءات التصحيحية لذلك .
- ٦ - فحص جودة المنتجات النهائية والتأكد من سلامتها وصلاحيتها وذلك قبل تسليمها مخازن البضاعة الجاهزة .

٤ - ٣ - ٥ إدارة الإحتياجات :

كثيراً ما تتحمل إدارة المصانع المسؤولية الخاصة بتوفير الإحتياجات اللازمة للإنتاج من مواد عام ومواد تهيئة وتغليف بالكمية والجودة والوقت والمثل ومن ومن مصدر التوريد المناسب . وفي هذه الحالة تدخل إدارة الإحتياجات ضمن التنظيم الإداري للمصانع على أن تختص بالآتي :

١ — وضع خطط وسياسات الشراء سواء المحلي أو الخارجي وذلك بما يضمن تحقيق أهداف الإنتاج .

٢ — توفير الإحتياجات من المواد والمهمات بما يضمن إستمرار تنفيذ العمليات الإنتاجية دون توقف أو تعطل .

٣ — إعداد سجلات منتظمة عن الموردين الذين يمكن التعامل معهم وتحديث بيانات هذه السجلات باستمرار وذلك في ضوء نتيجة للتعامل مع الموردين أو التغير في الظروف الخاصة بكل منهم .

٤ — تحرير عقود الشراء مع الموردين مع متابعة التوريد للتأكد من وصول المواد المفترقة في المواعيد للقررة وبالكميات المحددة .

٥ — الإشتراك في فحص المواد والمهمات والصوبات للشفرات للتأكد من مطابقتها للواصفات .

٦ — إتخاذ الإجراءات اللازمة لحصر الأصناف الراكدة أو التالفة وبإراق الإنتاج لتصرف فيها إما بالبيع أو غير ذلك من الطرق .

٤-٣-٦ إدارة المخازن :

وتحدد إختصاصات هذه الإدارة فيما يلي :

١ — إقترح سياسات وخطط التخزين ومتابعة تنفيذها بعد اعتمادها من الجهات المختصة .

٢ — إستلام المواد الخام ومواد التعبئة والتغليف بعد فحصها والتأكد من مطابقتها للواصفات وتنظيم عملية تخزينها بما يضمن المحافظة عليها واستمرار صلاحيتها للإستخدام .

٣ — إعداد التنظيم الداخلي للمخازن بما يمكن من استغلال مساحة التخزين إستغلالاً إقتصادياً ، وبما يضمن تسهيل عمليات الإستلام والصرف بالنسبة للواد والمهمات .

٤ — إعداد كروت لكل صنف من الأصناف الموجودة بالمخازن والتي يبين بها حركة الوارد والمنصرف والرميد ، والحد الأدنى والحد الأقصى للخزون ، وتسمى هذه الكروت بكروت الصنف .

٥ — إتخاذ الإجراءات اللازمة لحصر الأصناف الراكدة أو التي بها عيوب ، ثم يبدأ التخلص منها أو إتصرف فيها .

٦ — إتخاذ الإجراءات الكافية بالمحافظة على الأصناف وتداولها بطريقة سليمة .

٧ — إعداد المؤشرات الإحصائية عن حركة كل صنف بالمخازن وذلك لتحديد الأصناف النعطة وذلك التي تعتبر راکدة وذلك للإستفادة منها في تخطيط سياسيات الشراء .

الفصل الخامس

تصميم وتطوير المنتجات والخدمات

تدور جميع الاستراتيجيات في المشروع حول السلة والخدمة للخدمة لأنها الأداة الأساسية التي يمكن بواسطتها الحصول على العائد أو الدخل المطلوب. كما أنها نقطة البداية والاطلاق لتخطيط جميع أوجه النشاط الأخرى في المشروع ومن ثم فإن السلة أو الخدمة هي أكثر العوامل تأثيراً في تحديد نجاح أو فشل المشروع، ومن هنا تعتبر دراسة السلع المنتجة أو الخدمات المقدمة من أهم الدراسات التي يحتاجها المشروع، إذ تمكنه من وضع سياسة جيدة للمنتجات يترتب عليها تحقيق الكثير من الوفورات في تكاليف الإنتاج والتسويق، وتؤدي إلى زيادة المبيعات والأرباح وتحقيق رضا المستهلك.

كذلك فإن دراسة وبحوث المنتجات والخدمات أمر لا بد من استمراره. وذلك لتعديل وتطوير السياسة القائمة للمنتجات والخدمات بما يتلاءم والعوامل المتغيرة. وإلا تخلف المشروع عن مسيرة التقدم الحادث في الصناعة وفقد مركزه التنافسي فيها.

ولا شك أن تصميم وتطوير المنتجات ليس بالأمر السهل على الإطلاق، إذ لا يقتصر الأمر فقط على ضرورة تلبية إحتياجات المستهلكين المتغيرة باستمرار بل أيضاً لمواجهة المنافسة الحادة في أغلب الأحيان من ناحية والتغيرات المستمرة في تكنولوجيا الصناعة من ناحية أخرى. فعلى سبيل المثال إعتبر سوق للسيارة الجاسية من الأسواق المستقرة لمدة طويلة من الزمان وذلك إلى أن ظهرت منه سنوات قليلة الآلات الجاسية الصغيرة وبأسعار في المتناول إلى حد كبير، الأمر

الذى قضى تماماً على سوق المسطرة الحاسبة ، لاسيما وأن هذه الآلات الحاسبة تؤدي وظائف أكثر وبشكل أسرع مع عدم احتمال وقوع أخطاء على عكس الحال في حالة استخدام المسطرة الحاسبة . وكنتيجة لذلك تعرضت الشركات للمنتجة لهذه المساطر الحاسبة والتي لم تلجأ إلى تطوير منتجاتها إلى الخروج من الأسواق .

ومن هنا تظهر أهمية وضع سياسة طويلة الأجل للمنتجات والخدمات المقدمة ومراجعة هذه السياسة دائماً في ضوء الظروف المختلفة المتغيرة .

• — ١ تنوع المنتجات Diversification :

من الطبيعي أن الإهتمام بسياسة تنوع المنتجات أو سياسة المنتجات ككل لم يكن ملحقاً في الماضي مثلهما هو الآن ، فقبل الثورة الصناعية ونظم الإنتاج الكبير كان الإنتاج يتم بالطلب أى أن البيع كان يسبق الإنتاج ، وكانت الصلات شخصية بين المنتج والمستهلك نظراً لأنهما في منطقة جغرافية واحدة ، الأمر الذى يمكن المنتج من التعرف على رغبات المستهلك وآرائه ، ثم اختلف الأمر كلية بعد ذلك نتيجة إتساع الأسواق وبعد المنتج عن المستهلك وتمدد الوسطاء ، ثم زيادة المنافسين وتمدد المنتجات والتطور التكنولوجى السريع ، والتطور الهائل فى أذواق وإحتياجات الأفراد وزيادة تأثير وإنتشار وسائل الإعلان المختلفة ، كل هذه العوامل جعلت الإدارة فى حاجة ماسة إلى إجراء البحوث والدراسات القادرة تمكينها من وضع السياسات السليمة وإتخاذ القرارات الملائمة ، ثم إلى تعديل هذه السياسات وتطويرها بما يتلاءم والتغيرات التى تحدث فى تلك المؤثرات والعوامل.

وليس هناك شك فى أن سوق أية سلعة يتكون فى الواقع من عدة فئات من المستهلكين ، تمثل كل منها سوق مستقلة عن الأخرى تتميز بمستوى معين من الدخل والثقافة وبذوق خاص ، ولهذا فإن المشروع قد يجد أن من المرجح له أن يقدم شيئاً من التنوع فى السلع التى ينتجها ، ويمكن أن يتخذ التنوع شكلاً

أو أكثر من عدة أشكال ، كإضافة سلعة جديدة أو صنف جديد من نفس السلعة الحالية أو إضافة أشكال أو ألوان أو أحجام ... إلخ .

٥-١-١ أسباب الإجماع إلى التنوع :

هناك الكثير من الأسباب القوية التي يمكن أن تدفع المشروع إلى التنوع ، ومن أم هذه الأسباب :-

١ - البحوث وتطوير المنتج : وهي من أهم العوامل وراء الإجماع إلى التنوع ولها تأثيرها القوي على كل الصناعات .

٢ - التطور الاقتصادي والضغط الاجتماعي : تعمل الحكومات وكثير من الهيئات الأخرى في أي مجتمع على تحيين وتدعيم الاستقرار الاقتصادي ، والتنوع من أفضل الوسائل لتحقيق ذلك ، إذ يساعد على تدعيم إستقرار المشروعات ونموها ، أو على الأقل المحافظة على التوظيف والمعالجة والمبيعات .

٣ - الرغبة في النمو : إذا أراد أحد المشروعات للتوسع ، فعليه أن يبحث عن أسواق جديدة ، وبالتالي فلا بد من إضافة منتجات أو أصناف جديدة .

٤ - تحقيق إستغلال أفضل للوارد : يعتبر من أكثر الأسباب أهمية وقوة لإضافة منتج أو صنف جديد ، تحقيق إستغلال أفضل للوارد المتاحة .

— وأهم الموارد التي يجب إستغلالها والانتفاع بها إلى أقصى حد هي الطاقة الإنتاجية التي تتمثل في المصنع والآلات والمعدات الإنتاجية المختلفة ، فمن المحتمل ألا يكون هناك طلب على المنتجات الحالية بالقدر اللازم لإستخدام هذه الأصول إستخداماً مناسباً ، وحتى يمكن تشغيل المشروع بطريقة إقتصادية ، فإن من أفضل الوسائل تقديم أصناف جديدة مما يؤدي إلى تخفيض عبء للصروفات الثابتة .

- كما ينبغي وجود أموال عاطلة مبيتاً قوياً للتفكير في تقديم أصناف جديدة لإحتيال رغبها للعائد على الإستثمار .

- كما أن هناك أحد الأصول الهامة التي تفشل الميزانية في إظهاره لكثير من المشروعات ، وهو السمعة أو الشهرة الجيدة ، فبالنسبة للمشروعات ذات الشهرة الواسعة والسمعة الجيدة ، يكون من اليسير عليها تقديم أصناف جديدة ، والإطمئنان إلى درجة كبيرة لقبول المستهلكين لها نظراً للثقة التي تتمتع بها لديهم عملاتها ، ولهذا فإنه في مثل هذه المشروعات يكون على الإدارة الواعية حسن إستغلال هذا الأصل طالما كان قائماً ومحبوباً .

- ومن الأصول التي تفشل الميزانية في إظهارها أيضاً ، منافذ التوزيع المستوكة للمشروع ، فهي تحتاج إلى أموال لإنشائها والحفاظة عليها ، وتساعد المشروع في التقدم والنجاح ، ولهذا فمن المفيد إستغلالها إلى أقصى طاقتها .

- كذلك قد تكون مخلفات الخامات التي تستخدم في صناعة المنتجات الحالية ، سبباً لإضافة أصناف يستفاد في تصنيفها من هذه المخلفات .

٥ - اعتبارات السوق : إن طلبات المستهلكين وإحتياجات السوق من الأساليب الهامة التي تدفع المشروع إلى إضافة أصناف جديدة ، فيؤدي وجود خط منتجات متكامل لدى المشروع إلى زيادة التأثير على المستهلك ودفعه إلى الشراء ، كما أنه يهبط الوسطاء قرصاً كبيرة للدعاية والترويج ، وأحياناً ما تنخفض تكلفة الدعاية والترويج نتيجة لذلك ، مما يحقق خفصاً في تكلفة الإنتاج الكلية .

٦ - تكاليف الإدارة والتوزيع والمصروفات الثابتة عموماً : ففي المشروعات الكبيرة توجد مجموعات منظمة متخصصة للقيام بالبحوث اللازمة في مختلف نواحي النشاط ، لاسيما تلك المتعلقة بالتسويق والإنتاج وهذا كله يحتاج إلى كمادات وخبرات متنوعة ، ولهذا فإن هناك وفراً يتحقق بتوزيع التكاليف الخاصة بهذه المهارات على الأنواع المختلفة للمنتجات .

٧ - درجة المنافسة في الصناعة : تفضل المشروعات التي تعمل في صناعات تتميز بالمنافسة الشديدة إلى تنويع منتجاتها لكي تتمكن من الإستمرار والمحافظة على مركزها التنافسي ودفعه ، بمكس الصناعات المحكزة أو التي لا تعاني من حدة المنافسة .

٥ - ١ - ٢ المشاكل والمخاطر المحيطة بالتوسع في خط المنتجات :

هناك الكثير من المشاكل التي تحيط وترتبط بالتوسع في خط المنتجات ، وزعم أن طبيعة ومدى المشاكل يعتمد على أو يتوقف على ظروف المشروع نفسه إلى حد كبير ، إلا أن هناك بعض المشاكل العامة الممكن مواجهتها في مثل هذه الحالة وأهمها :

١ - زيادة العبء على الأفراد العاملين :

رغم أنه يمكن إلى حد ما التوسع في خط المنتجات دون تشغيل أفراد إضافيين ، إلا أنه بعد حد معين يحتاج المشروع إما إلى تشغيل أفراد إضافيين أو زيادة العبء على العاملين الحاليين بشدة ، وقد يتبع عن ذلك إجهال مجرم عن إعطاء الاهتمام الجديده الإهتمام الكافي واللازم لنجاحها ، أو سيكون هذا الإهتمام على حساب أعمال المنتجات الأخرى ، ولهذا فعل الإدارة أن تلبس التنظيم الخاص به ، والأفراد الموجودين وأعباء العمل الحالية ، لكي تتأكد من أن الإضافة والتوسع لن تقص من الجهود اللازمة للنتائج الحالية بالدرجة التي قد تقصر من رقم المبيعات :

٢ - عدم الملائمة أو التوافق :

كثيراً ما تلاحظ الإدارة أنه مع إضافة أشتات جديدة تزداد التكاليف بطريقة ملحوظة ، وذلك بسبب عدم ملائمة وحدات الصنف الجديد وتوافقها مع السوق أو قنوات التوزيع أو أساليب المبيعات ، ولهذا فإن أخذ الخطوات الأولية

التي يجب على المسئولين القيام بها عند تحليل ودراسة المنتج هي تحديد مدى ملائمة وتناسب هذا المنتج أو الصنف للعمليات الحالية في المشروع .

— التوافق مع السوق : من الأسئلة الهامة التي يجب أن يطرحها المسئولون هي هل سيتلائم هذا الصنف مع السوق الحالي ؟ وهل سيقتريه عملاؤنا الحاليون ؟

— الملائمة مع منافذ التوزيع : غالباً ما نجد أنه من الممكن نجاح الصنف الجديد في ضوء توافقه وملائمته لإنفاذ التوزيع المستخدمة ، حتى ولو لم يكن متفقاً أو ملائماً تماماً للسوق الحالي ، وعلى هذا فإذا كان الصنف الجديد سيحتاج منافذ توزيع أخرى خلاف الحالية فعلى الإدارة أن تدرس ذلك بعناية ، لأن القرار الخاص بالإضافة سيحتاج في هذه الحالة إلى إستثمارات كبيرة وجهودات إضافية .

— الملائمة مع الجهود الترويجية : إن الملائمة مع الجهود الترويجية مرتبط ببعض الشيء بمفهوم التوافق مع السوق ، ومع ذلك فيجب على المسئولين أخذ كلاهما في الحسبان ، فإذا كانت الأصناف الجديدة يمكن أن يطن عنها مع الأصناف الحالية في نفس المجال فإن تكاليف تقديمها ستتخفض إلى حد بعيد مما لو كانت ستطلب جهوداً ترويجية وإعلانية منفصلة ، وبالطبع يحدث التوافق مع الجهود الترويجية عندما تباع الأصناف أو الصنف الجديد إلى نفس العملاء الحاليين ، ولهذا فإذا كان المنتج الجديد سيباع أساساً إلى أفراد خلاف الذين توجه لهم الجهود الترويجية حالياً ، فعلى المسئولين في هذه الحالة زيادة المبالغ المخصصة لنفقات الدعاية والترويج والإعلان .

— الملائمة مع الإنتاج : إذا كان الصنف الجديد يمكن إنتاجه بنفس المعدات الموجودة حالياً في المشروع ، فإن تكاليفه الحديثة ستكون أقل بكثير مما لو كان إنتاجه يتطلب شراء معدات إضافية .

وخلاصة القول أن تكاليف تقديم الصنف الجديد تعتمد غالباً إلى حد كبير على مدى ملاءمته مع كل العناصر السابقة ، فإذا كان التوافق كاملاً فإن إضافة الصنف ستم بتكاليف إضافية قليلة نسبياً ، أما إذا كان التوافق منعماً فإن التكاليف سترتفع إلى حد كبير .

٣ — أثره على الأصناف الأخرى :

من الممكن جسد أن يكون لتقديم صنف جديد آثار غير مرغوبة على جميعات الأصناف الحالية ، فعادة ما يكون هناك مخاطر كثيرة في تسويقه لأن هناك كثيراً من عدم التأكد فيما يحيط به ، فهناك عدم التأكد بالنسبة لقبول السوق له ، وهناك مخاطر فيما يتعلق بمودته وأدائه ، وإذا فشل الصنف الجديد في أن يحوز الرضاء أو القابلية المتوقعة له في السوق ، فلن يرحب الوسطاء بهذا لأنهم سيتحملون عبء مخزون كبير ، وعلى مدير التسويق أن يأخذ حرصاً كافياً وعناية تامة من عدم تأخير المنتج أو الصنف الجديد على بيعات الأصناف الحالية تأخيراً شديداً .

٤ — مقاومة أو معارضة منافذ التوزيع :

وكما سبق أن أشرنا ، فقد يستاء الوسطاء من المشروع إذا أصبح لديهم مخزون كبير من الصنف الجديد الناشئ ، وعلى ذلك فإن مثل هذا القرار - قرار إضافة صنف - قد يفسد علاقة المشروع بقنوات التوزيع المستخدمة ، ولهذا فإن بعض المشروعات توافق على أن تقوم بشراء البضائع الخاصة بها ثانية من الوسطاء إذا لم يباع ، أو تضمن يبيع هذه الأصناف عن طريق حملات دعائية وترويجية قوية .

ويمكن القول إن قليلاً من الموزعين وتجار التجزئة هم الذين يرجحون بإضافة أصناف جديدة ، كما أن قليلاً منهم هو الذي لديه الإمكانيات الكافية لتحمل

توزيع خط متساو ، فهم يمارسون الإضافة إلا إذا أدت إلى إضافة في قيمة مبيعاتهم ، أو قد يحل الصنف الجديد محل مبيعات أصناف أخرى تباع حالياً ، وبالتالي قد لا يرغب الموردون في أن يكون لديهم صنفين متنافسين يمكن أن تحل مبيعات أحدهما محل الآخر .

٦ - المخاطر المالية :

تمثل المضاعف والمخاطر المالية أهم المشاكل التي تواجه المشروع في هذا الصدد ، إذ قد تزايد المجهودات والأعباء التي يتحملها المشروع نتيجة إضافة الصنف أو الأصناف الجديدة عن النافذ الذي يتحقق منها ، وبالتالي سيلحق الضرر بالمشروع من جراء هذه الإضافة .

٥ - ٢ التبسيط Simplification :

يعني تبسيط خطة المنتجات تخفيض عدد أنواع وأشكال السلع المنتجة بالمشروع أو التوقف عن إنتاج بعض السلع أو التشكيلات الحالية التي لا تحقق أرباحاً للمشروع سواء في الوقت الحاضر أو الأجل الطويل .

وتتمدد الأسباب التي تدفع المشروع إلى التفكير في حذف أو إلغاء أحد الأصناف أو السلع التي يقدمها ، كما تختلف أهمية هذه الأسباب بين المشروعات المختلفة من حيث تأثيرها في إتخاذ قرارات الحذف أو الإبقاء ، ويرجع ذلك ببطبيعة الحال إلى اختلاف العوامل المحيطة بكل مشروع والخاصة به ، مثل حجمه ومركزه المالي والتنافسي والشهرة التي يتمتع بها والتسهيلات الإنتاجية والتمويل المتوفرة لديه ... الخ ، إلا أنه يمكن القول بأن الأرباح والمبيعات على رأس هذه الأسباب ، فرجل الأعمال المتيقظ لا يتردد في حذف الأصناف المتقادمة أو المعاملة من مجموع السلع المنتجة أو المعروضة للبيع ، ويعتبر الربح من الأهمية

يمكن بالنسبة لمدير التسويق دفعه إلى حذف أحد المنتجات الحالية مثلاً يكون عاملاً هاماً ورئيسياً في دفعه إلى إضافة أصناف أو منتجات جديدة من ناحية أخرى، على أن عدم تحقيق أحد الأصناف لربح ليس مبرراً لإيجاد قرار نهائي بالتوقف عن إنتاجه، بل يجب دراسة الموقف دراسة شاملة، وأخذ كل العوامل المؤثرة في الحسبان، وأهمها دراسة أثر قرار الاستبعاد على المبيعات والتكاليف الكلية، خاصة وأن بعض هذه التكاليف ثابتة لا تتغير بتغير حجم الإنتاج، ويتطلب ذلك ضرورة توافر سجلات منظمة توضح المبيعات وكذلك التكاليف والأرباح لكل سلعة منتجة أو لكل صنف أو شكل على حدة.

٥-٢-١. المزايا التي يحققها التبسيط للشروع :

هناك مزايا متعددة يمكن أن تتحقق نتيجة اتجاه المشروع لتبسيط منتجاته وإم هذه المزايا :

١ - مزايا من ناحية التشغيل، إذ تمكن المصانع من الاستمرار في الإنتاج دون توقف لمدة كبيرة، فتجنب بذلك تعطيل الآلات والعمال الذي ينتج عن الانتقال من إنتاج صنف لآخر، وإعادة إعداد الآلات للإنتاج الجديد ..

٢ - كما يؤدي التبسيط إلى مزايا ملموسة في التخزين نتيجة انخفاض كمية المواد الخام والمستلزمات التي يمتصها في المخازن وقلة الأصناف مما ينتج عنه سرعة دوران المخزون وانخفاض تكلفته، كما يؤدي التبسيط أيضاً إلى إمكانية صرفه كميات كبيرة من الخامات المعنودة للتوزيع وبالتالي يمكن الحصول على خصم كمية مما يحقق وفراً في تكلفة الشراء، وبالتالي في تكلفة الإنتاج ..

٣ - كما أن التبسيط يساهم في أهمية تنظيم الإنتاج ومراقبته في مراحلها المختلفة ..

٤ - وفي مجال التوزيع يؤدي إلى عدم تكديس البضائع عند الموزعين ، وتركيز جهودات البيع والإعلان في مجموعة محدودة من السلع .

٥ - ويؤدي إنخفاض التكاليف نتيجة المزايا السابقة إلى إمكان تخفيض أسعار السلع والأصناف المباعة ، الأمر الذي قد ينتج عنه زيادة في المبيعات ، ومن ثم الأرباح ، وفي هذا تحقيق لأهم أهداف المشروع .

٥-٢-٢ عناصر التبسيط :

إلا أن المزايا السابقة لا تعنى سلامة سياسة التبسيط وكفائتها وفوائدها لأي مشروع ونحت أي طرف من الظروف ، كما لا تعنى التقادى في تطبيقها ، ذلك لأن هناك حدوداً معينة تلتقي بهما المزايا والفوائد ، ويبدأ المشروع في مواجهة بعض المخاطر والمشاكل .

١ - فقد يتعارض التبسيط مع رغبة العملاء في التوزيع أو قد يفقد به المشروع ميزة إنتاج التشكيلة التي تعتبر من المميزات القوية التي يعتمد عليها رجال البيع في إستالة العملاء وحثهم على الشراء .

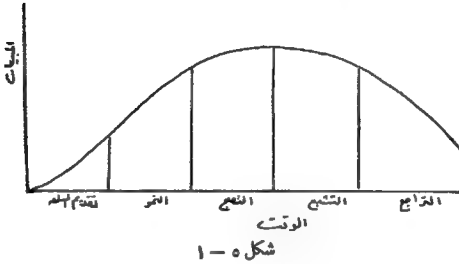
٢ - كما قد يقوم المنافسون بعرض مجموعات كاملة مما يؤدي إلى ضعف مركز المشروع التنافسي ، وإحتال فقد الكثير من فرص البيع نتيجة تحول المستهلكين لهذه المجموعات المنافسة .

وقد يؤدي ما سبق إلى إنخفاض المبيعات ، وفقد المشروع مركزه القيادي في الصناعة ، ومن ثم إنخفاض الأرباح التي يحققها ، مما يمثل تهديداً لاستقراره ووجوده .

٥-٢-٣ دورة الحياة الخاصة بالمنتج Product Life Cycle :

تمر المنتجات الصناعية سواء كانت في شكل سلع مادية ملموسة أو في شكل

خدمة تشبع رغبات المستهلكين بدور حياة تكون عادة من خمس مراحل وذلك كما هو موضح في شكله - ١



ويمكن بيان هذه المراحل فيما يلي :

١ - مرحلة تقديم السلعة : يتميز المنتج في هذه المرحلة بارتفاع سعره بالإضافة إلى عدم معرفة المستهلك به ، مع احتمال مواجهة بعض الصعوبات التي قد تحول دون تأدية المنتج لوظيفته بالشكل المرغوب ، الأمر الذي يؤدي إلى أن تقبل السوق للنتج في هذه المرحلة عادة ما يكون محدوداً وقاصراً على الأغنياء من ناحية أو محي المخاطرة من ناحية أخرى .

٢ - مرحلة النمو : يتميز المنتج في هذه المرحلة بالقبول من جانب السوق، وبالتالي يحقق مبيعات سريعة كنتيجة للجهود الترويجية وجهود التوزيع ، وتحقيق درجة عالية من التغطية للمنتجات ، وزيادة استهلاك المنتج وانخفاض أسعاره .

٣ - مرحلة النضج : رغم استمرار زيادة المبيعات في هذه المرحلة ، إلا أنه عادة ما يتجه معدل الزيادة إلى الانخفاض ، إذ يقل عدد الأفراد الذين لا يعلنون

عن السلعة وبالتالي تقل الإحتمالات الخاصة بضم مستهلكين جدد، كما تتميز هذه المرحلة بدخول البعض كمنافسين في السوق وبالتالي [تجهـ سـمـ المنتج إلى الاستقرار حول مستوى معقول .

٤ — مرحلة التشبع : تتميز هذه المرحلة بقيام معظم الأفراد الراغبين في الشـمعة ، بشرائها والحصول عليها . وبالتالي تتحدد المبيعات خلال تلك الفترة بالوحدات اللازمة لمواجهة عمليات إحلال السلعة من جانب المستهلكين، أو الزيادة الطارئة في الطلب نتيجة الزيادة السكانية في عدد السكان .

ولا شك من أهمية الترويج للنتج في هذه المرحلة وتوضيح المزايا التي تتمتع بها منتجات الشركة بالمقارنة بالمنتجات المنافسة والتي تختلف بطبيعة الحال في بعض المواصفات .

٥ — مرحلة التراجع وانخفاض المبيعات : وتظهر هذه المرحلة كنتيجة لتفوق بعض المنتجات المنافسة أو بسبب ظهور بدائل أخرى لمنتجات الشركة فمن مرحلة النمو والتشبع .

ولا يشترط أن تمر كل المنتجات بهذه المرحلة الأخيرة ، إذ أن هناك العديد من السلع والخدمات التي وصلت وما زالت باقية في مرحلة التشبع ، وذلك على عكس منتجات أخرى ، وذلك كما سبق أن أشرنا بالنسبة لنتج كالمسطرة الخشبية .

وتؤدي الذروة السابقة لحياة السلع والخدمات إلى ضرورة قيام المنافذ بالترافعات الخاصة بتصميم وتطوير منتجاتها ، وهو ما يقتضى القيام بمدة أنشطتها عينها فيما يلي :

٥ — ٤ البحث والتطوير Research and Development :

يقصد بهذا النشاط (R&D) القيام بعمليات البحث والدراسة التي قد تؤدي

إلى إكتشاف إمكانية تطبيق أحد البحوث النظرية وتحويلها إلى سلعة أو خدمة يمكن تقديمها للسوق .

ولا شك أن نجاح ذلك يتوقف إلى حد كبير على وجود سياسة منتجات Product policy توضح الفرض الأساسى الذى قامت الشركة من أجله ، فإذا كان نشاط الشركة الأساسى هو إستخراج البترول ، كان معنى ذلك عدم أهمية دراسة الأبحاث الخاصة بالطاقة الشمسية وكيفية استخدامها ، إذ يجب تركيز الدراسة والبحث أساساً فى إيجاد طرق أكثر فاعلية لإكتشاف البترول واستخراجه ، وذلك على عكس الحال إذا كان نشاط الشركة الأساسى هو إنتاج الطاقة ، إذ تفيد فى هذه الحالة الدراسات الخاصة بالطاقة الشمسية ومدى إمكانية استخدامها فى إنتاج نشاط الشركة وتقوية مركزها التنافسى .

وعلى هذا الأساس يمكننا القول أنه بدون سياسة واضحة للمنتجات سوف تتشتت سياسات البحوث والتطوير وتعمل طريقها الأمر الذى يحول دون تقديم خط المنتجات الخاصة بالشركة وضمف مركزها التنافسى .

وعادة ما تأخذ ترجمة هذه البحوث عدة أشكال ، كظهور منتج جديد أو تطوير منتج قائم ، أو إيجاد استعمال جديد للمنتج القائم ، أو إيجاد عبوة جديدة أكثر ملاءمة ، أو قد تفتحى بتصوير أو تقديم نموذج ماذى للسلعة المرغوبة حتى يمكن للإدارة تحديد مدى إمكانية نجاح السلعة فى حالة إنتاجها ، وسوف نتناول هذه الأشكال المختلفة لنتائج تطبيق الدراسات والبحوث فيما يلى :

٥ - ٤ - ١ ظهور منتجات جديدة New Products :

عادة ما يتم إدخال المنتجات الجديدة كنتيجة لإحدى الأسباب الثلاثة التالية :

١ - إضافة منتج جديد بقصد إستكمال تشكيلة المنتجات الحالية ، كأن تقوم شركة بإنتاج الإذونات الكهربائية المختلفة والإلزامية للميزان الجديدة لإدخال

أجهزة التكيف ضمن مجموعة منتجاتها حتى يمكن بذلك إستكمال مجموعة المنتجات الخاصة بها .

٢ - إضافة منتج جديد مكمل لتشكيلة منتجات كاملة تعمل الشركة على تقديمها ، مثل قيام شركة نتج البويات بإنتاج للفرش وغيرها من أدوات الدهان .

٣ - للإستفادة من فرصة تسويقية لمنتج جديد ليس له علاقة مباشرة بالمنتجات التي تقدمها الشركة ، ومثال ذلك قيام شركة بإنتاج لعب الأطفال .
المصنوعة من البلاستيك بإنتاج البنادق الحربية .

ولاشك أن هذا السبب لإدخال منتج جديد يجعل معه درجة عالية من المخاطرة وذلك بسبب إحتمال إختلاف طبيعة العمليات الإنتاجية تماماً عن تلك الخاصة بالمنتجات القائمة ، هذا بالإضافة إلى إضطراب الشركة للتعامل مع أسواق جديدة ، الأمر الذي قد يقتضى ضرورة الإستعانة بمهارات إضافية في تصميم وتطوير المنتج الجديد وفي إنتاجه وتسويقه حتى يمكن تحقيق النجاح من وراء ذلك .

وقد يتم إضافة منتجات جديدة كنتيجة لتجميع معلومات نظرية وترجمتها في صورة منتجات جديدة ، وذلك كما حدث عند إنتاج التليفزيون والمحركات النفاثة وغيرها من المنتجات . وعادة ما يصاحب هذا الأسلوب درجة عالية من المخاطرة وزيادة كبيرة في التكاليف الأمر الذي يحد من إمكانية تحقيق ذلك خاصة بالنسبة للشروط الصغيرة ، إلا أنه في مقابل ذلك يتم على النجاح في تقديم مثل هذه المنتجات تحقيق أرباح كبيرة وفي خلال مدة وجيزة .

وقد تلجأ إحدى الشركات إلى إستبدال أعمال البحث والتطوير الداخلي بالقيام بشراء المنتج الجديد من إحدى الشركات الأخرى وتسويق هذا المنتج الجديد تحت العلامة الخاصة بها ضمن مجموعة منتجاتها .

ولاشك أن هذا الأسلوب وإن كان يقلل من نفقات البحث والتطوير .

بالشركة ، إلا أنه في مقابل ذلك تقل احتمالات تحقيق طفرة في حجم أعمال وأرباح الشركة .

وقد يتاح أيضاً لأحد المشروعات إدخال منتجات جديدة ، من خلال إدماجها مع مشروع آخر ينتج هذه المنتجات ، إلا أن عملية الإندماج هذه عادة ما يصاحبها مشاكل تنظيمية غير منظورة مما يؤثر على العمليات ومدى نجاح المشروع الجديد .

٥ - ٤ - ٢ إدخال تعديلات على منتجات قائمة :

Modification of Existing products

يتم إدخال تعديلات على المنتجات القائمة بقصد ضمان استمرار وتحفيز إقبال المستهلكين على شراء السلعة ، ويتم هذه التعديلات عادة عن طريق :

١ - إدخال تعديلات على المنتجات لكي تتشى مع الإحتياجات المستمرة لإحتياجات المستهلكين .

٢ - إضافة خصائص جديدة لمنتج في مكانة متميزة أو فريدة بالنسبة للمنتجات المنافسة وذلك كما هو الحال عندما قامت بعض شركات التلفزيون بإدخال الرموت كونترول remote - control .

٣ - إعطاء المنتج الحالي صورة وفترة جديدة وذلك من خلال تعديل العبوات ومواد التعبئة والتغليف المستخدمة .

٤ - إدخال تعديلات من شأنها تخفيض تكلفة الإنتاج وذلك دون تضيق في طبيعة الوظائف التي يقدمها المنتج ، كأن يعاد تصميم المنتج بالشكل الذي يقلل من الخامات المستخدمة ، أو يستبدل الخامات المكلفة بأخرى أقل تكلفة كما هو الحال في استبدال بعض الأجزاء المعدنية بأخرى مصنوعة من البلاستيك ، كما يتم

جادة تحقيق وفورات كبيرة في تكلفة الإنتاج إذا ما تم تعديل المنتج بالشكل الذي يمكن من استبدال بعض الأجزاء بأجزاء أخرى عملية .

٥ - ٤ - ٣ إدخال إستخدامات جديدة لمنتجات قائمة :

New Uses for Existing Products

إذا تهدف كثير من الأبحاث والدراسات إلى محاولة إيجاد إستخدامات جديدة لمنتجات قائمة . وكذا محاولة تقديم المنتج نفسه أو بعد تعديلات طفيفة في أسواق من طبيعة جديدة ، فقد يقوم مشروع معين بإنتاج منظمات صناعية لأرضيات للنازل بإنتاج منظمات صناعية تفيد في تنظيف أرضيات المصانع .

٥ - ٤ - ٤ عبوة جديدة **New Packaging** :

ويشتمل ذلك على تغيير حجم العبوة أو شكلها أو أى عنصر آخر من عناصر شكلها الخارجى دون التأثير في طبيعة المنتج نفسه . وكثيراً ما ينتهى ذلك بتقديم نفس المنتج في شكل جديد وذلك بإجراء هذه التعديلات في الشكل والحجم حتى تكون أكثر ملاءمة للمستهلك . وذلك كأن يتم تعبئة الخضروات المجمدة في عبوات تمكن الحاجة الأسرة المتوسطة لأكثر من يوم واحد مما يسهل على ربة البيت تجهيز الطعام مرة واحدة ولا أكثر من يوم واحد . أو تقديم المياه الغازية في أشكال وعبوات مختلفة .

كأن اختيار شكل عبوة جذاب قد يكون من شأنه تحقيق نجاح كبير للشركة وزيادة في حجم أعمالها .

٥ - ٥ تصميم المنتج **Product Design** :

إن أول خطوة لإنتاج السلعة ، هى وضع التصميم الخاص بها واللائم لإنتاجها ، ويتأثر عادة هذا القرار — قرار التصميم — بثلاث وظائف رئيسية في المشروع :

٥-٥-١ الوظيفة التسويقية :

إن بحوث التسويق والدراسات المختلفة التي تتم عن السوق المحتملة لسلعة ورغبات المستهلك من حيث الشكل وطريقة الأداء التي يرغبها ، ومدى جاذبية تصميم معين للمستهلك ، والقدرة على تمييز السلعة الخاصة بالمشروع عن السلع المشابهة التي يقدمها المنافسون ، كل هذه الاعتبارات لابد من أخذها في الحسبان قبل وضع التصميم الخاص بأي منتج . لهذا فإن رجال التسويق لابد وأن يشتركوا من هذه الناحية في عملية التصميم ، وذلك بعرض هذه الاعتبارات وتحليلها للمختصين والقائمين بعملية التصميم حتى يتم ترجمتها وتحويلها إلى منتج تام الصنع بالشكل الذي يحقق رغبات المستهلك النهائي ، ويقوى من مركز المشروع التنافسي في السوق ، ومن ثم يؤدي إلى زيادة المبيعات والأرباح ، وهذا هو الهدف النهائي لأي مشروع .

٥-٥-٢ الوظيفة الإنتاجية :

بعد أخذ ودراسة العوامل للتسويقية السابقة ، يبدأ ترجمة هذه المواصفات إلى تصميمات فيقوم المهندسون بعمل الرسوم الهندسية اللازمة ، وتحديد مكونات وأجزاء السلعة ، والعمليات الإنتاجية اللازمة لتصنيع كل من هذه الأجزاء ، وأنواع المواد المستعملة في كل منها ، ودرجة الدقة في كل مرحلة والمهارات الواجب توافرها في المنصر البشري الذي سيعمل إليه بتنفيذ العمليات المختلفة ، والدرجة المطلوبة للرقابة على الجودة للتأكد من تنفيذ المواصفات وعلم الإنحراف عنها ، كل هذه الاعتبارات الإنتاجية يجب مراعاتها بدقة ودراستها قبل البدء في تنفيذ أي تصميم مقترح لأي منتج .

٥-٥-٣ الوظيفة المالية والتكاليف :

إن اختيار تصميم ما لسلعة من السلع ، يجب أن يحقق المزايا التسويقية التي ذكرناها من حيث تحقيق رغبات المستهلك ومواجهة المنافسة واجتذاب أكبر

عدد ممكن من العملاء ، كذلك فإن ذلك التصميم يجب أن يترجم إلى رسوم وأجزاء ومواد ومراحل . . . الخ ، وذلك بحيث تضمن تنفيذه بأعلى درجة من الكفاءة الممكنة .

إلا أن أخذ الإعتبارين السابقين وحدهما في الحسبان ، قد لا يحقق مصلحة المشروع النهائية ، إذ يجب أن يتم ذلك بأقل تكلفة ممكنة ، وقد تتعارض بعض الإعتبارات المتعلقة بالصنع والدقة اللازمة في الأجزاء المنتجة مع إعتبارات التكلفة ، ولهذا يجب دائماً تحقيق نوع من التوازن بين هذه العناصر الثلاثة السوق ، الإنتاج ، التكلفة .

ومن أجل تحقيق ذلك التوازن بين الإعتبارات السابقة ، لذلك فإنه عادة ما يشترك ممثلين من كل من الإدارات المعنية في لجنة تقوم بدراسة وتحليل ومناقشة الإعتبارات المختلفة بالنسبة لأي تصميم مقترح ، وإذا وافقت اللجنة على أحد هذه التصميمات تبدأ بعد ذلك المراحل التفصيلية الخاصة بتنفيذ هذا التصميم .

إلا أن هناك حالة مختلفة عما سبق وهي حالة المشروعات التي تنتج بالطلب . ففي هذه الحالة يحدد العميل التصميم المطلوب ، ويقوم المشروع بدراسته منه . ومناقشته إلى أن يصل إلى الإيفاق على التصميم النهائي .

على أن التصميم الأمثل لسلسلة معينة ، لا يبقى أبداً أن يستمر في إنتاجها بدون تعديل أو تغيير ، إذ أن التطور في أذواق وإحتياجات الأفراد والتطور التكنولوجي السريع وزيادة تأثير وسائل الإعلان المختلفة ، كل هذه العوامل جعلت الإدارة في حاجة ماسة إلى البحوث التي تمكنها من وضع سياسة للنتائج وتعديلها وتطويرها بما يتلاءم والتغيرات التي تحدث في تلك العوامل .

٥ - ٦ متطلبات تصميم المنتج :

يُبين لنا مام سبق أن تصميم وتطوير المنتجات يتطلب توافر معلومات عديدة سواء كانت هذه المعلومات من داخل الشركة أو خارجها ، إذ يقتضى الأمر ضرورة توافر بيانات عن تكلفة المواد الخام البديلة الممكن إستخدامها ، كذلك معلومات عن مدى إمكانية إستخدام أجزاء نمطية ، النتائج الخاصة بإختيار المنتجات وتجهيزها ، هذا بالإضافة إلى ضرورة أخذ نتائج دراسات السوق في الحسبان ، إذ أن تجميع وتحليل هذه البيانات يعد أمر ضرورى لتحديد المواصفات الخاصة بالنتج النهائي .

٥ - ٦ - ١ المواد الخام :

كثيراً ما يمكن إستخدام مواد خام بديلة في إنتاج المنتج الصانع الواحد ، فقد يستخدم على سبيل المثال الألومنيوم كبديل الصلب في إنتاج منتج ما أو جزء من هذا المنتج ، كما كثر إستخدام الزجاج المقوى كبديل لكل من الألومنيوم والصلب بالنسبة لكثير من المنتجات ، وذلك كما هو الحال في صناعة السيارات .

وعند تحديد المادة الخام المستخدمة هناك مجموعة من العوامل التى يجب على المصمم أن يأخذها في الحسبان وهى :

- ١ - مستوى الأداء المطلوب من المنتج .
- ٢ - التكاليف الخاصة بإستخدام كل مادة خام .
- ٣ - تكاليف التشغيل في حالة إستخدام كل نوع من المواد الخام .
- ٤ - تأخير إستخدام كل نوع من المواد الخام على الشكل النهائي للنتج .
- ٥ - مدى توافر المواد الخام البديلة سواء كان ذلك في الوقت الحاضر أو الوقت المستقبلى .

وعلى هذا الأساس فإن التكاليف الخاصة بشراء المواد الخام لا تعد القميص

النهائي في تحديد نوعية المواد الخام المستخدمة ، إذ قد تحمل تكلفة المواد الخام إلا أنه في مقابل ذلك قد ترتفع التكاليف الكلية نتيجة ارتفاع تكاليف التشغيل ، أو قد يزيد العمر الإنتاجي للنتج بالشكل الذي يغطي الزيادة في تكلفة المواد الخام ، هذا بالإضافة إلى أهمية العوامل الأخرى السابق ذكرها والتي تؤثر بلا شك على القرار الخاص بتحديد نوع المواد الخام المستخدمة في تصنيع المنتج .

٥ - ٦ - ٧ الفرض المطلوب من إنتاج السلعة :

يجب دراسة كل عنصر من عناصر التكلفة الخاصة بمكونات المنتج وذلك لتأكد من تلبية المنتج للفرض المرجو من إنتاجه بأقل تكلفة ممكنة ، وأحياناً ما يطلق على هذه الدراسة بـ Value analysis/Value engineering (VA/VE) . فإذا كان المطلوب هو إنتاج قلم حبر لأغراض الكتابة فإنه يمكن إنتاج مثل هذا القلم لتأدية هذه الوظيفة بأقل تكلفة ممكنة ، وذلك على عكس الحال إذا كان المطلوب هو إنتاج قلم ليس فقط للكتابة بل لإظهار المستوى المادي والاجتماعي لحامله ، إذ قد يقتضى الأمر في هذه الحالة الأخيرة استخدام تصميم آخر ومواد عام أخرى حتى يمكن تأدية هذه الوظيفة الجديدة المرجوة من استخدام مثل هذا القلم .

ولنشر هنا أن دراسة الـ VA/VE تبدأ بتحديد الوظيفة الخاصة بالمنتج ، على أن يلى ذلك ضرورة الإجابة على مجموعة من الأسئلة الموضوعية والتي عادة ما تتاح في قوائم جاهزة ويتم استخدامها من جانب الشركات ، وتحتوى هذه القوائم على مئات الأسئلة في بعض الأحيان والتي تدور حول المعاني الأساسية التالية :

١ - هل يؤدي تصميم جديد أقل تكلفة نفس الأغراض الخاصة بالتصميم الحال ؟

٢ - هل من الممكن إستبدال بعض أجزاء المنتج بأجزاء نمطية متاحة في السوق؟

٣ - هل يمكن تخفيض الوزن الخاصة بالوحدة المنتجة؟

٤ - هل من الممكن إستخدام مواد عام أخرى ذات تكلفة أقل في تآدية نفس الوظائف الخاصة بالمواد الخام المستخدمة؟

٥ - هل يمكن تخفيض تكلفة التثبيت؟

٦ - هل القدره الخاصة بالوحدة المنتجة أكثر مما هو مطلوب؟

٧ - هل الجوده الخاصة بالوحدة المنتجة أكثر مما هو مطلوب؟

ولا شك أن نقطة البداية للدراسة والتطوير تبدأ من وجود إجابات غير مرضية لمجموعة من الأسئلة والتي تحتويها هذه القائمة .

ولشر هنا إلى النتائج الباهره التي حققها الكثير من الشركات الأمريكية التي تستخدم الـ VA/VE ، فقد أمكن لأحد الشركات إستبدال سيار من نوع معين يتكلف ١٥ سناً أمريكياً بأخر يتكلف ١٥ سناً فقط الأمر الذي حقق وفورات سنوية قدرها ٢٠٠٠٠ دولاراً أمريكياً ، كما أمكن لشركة أخرى تتحمل تكلفة ١٥ و ٤ دولاراً أمريكياً لإنتاج الرحده من أداة اللحام والوصل أن تتحمل فقط ١٥ سناً عندما تبين لها أنه يمكن شراء هذا المنتج من مورد خارجي .

٥ - ٦ - ٣ الحاجة لتنظيم Standardization :

تقصد بالتنظيم الإتفاق على مواصفات محدد أو خصائص محدد للسلعة وسواء كان ذلك بالنسبة لوجودتها أو تصميمها أو أدايتها أو حجمها أو شكلها الخارجي أو كل أو بعض هذه العوامل مجتمعة . ولا شك أن تنظيم وحدات السلعة أو أجزائها يسهل الأمر ليس فقط على المصانع التي يمكنها إنتاج عدد كبير من الوحدات من السلعة الواحدة بل أيضاً يسهل الأمر على المستهلك بشكل كبير ، فإذا اشترى شخص ثلاثة في الولايات المتحدة الأمريكية فإنه يتوقع أنه

يمكن تشغيلها باستخدام الفولت الكهربائي هناك وهو ١١٠ فولت ، على عكس الحال بالنسبة للمستهلك المصرى الذى يشتري ثلاثة إيديال فإنه يتوقع إمكانية تشغيلها باستخدام الفولت الكهربائي فى مصر وهو ٢٢٠ فولت . كذلك الحال عند شراء لمبة كهربائية ، فإنه من المسلم به إمكانية تركيبها فى التجهيز المخصص لها بأى نقطة فى أى منزل .

ولاشك أن عدم وجود وحدات قياسية سوف يحول دون إمكان وجود خطوط لإنتاج هذه الوحدات بكميات كبيرة ، كما يؤدى إلى تعقد عمليات الإصلاح والى كثرة ما تحتاج إلى تغيير جزء صغير من المنتج .

ويمكن تفصيل المشاكل التى يقع فيها أصحاب السيارات إذا لم تكن أجزاء السيارات محددة بشكل نمطى يسهل معه استبدالها بأخرى جديدة .

لذا عند تصميم المنتج يجب أن نأخذ فى الحسبان ضرورة الالتزام بأن تكون مكونات هذه المنتجات هى أجزاء نمطية يسهل شراؤها وتوفرها من السوق ، إذ يمكن ذلك من شراء هذه الأجزاء المطلوبة بشكل أيسر وبأسعار أقل وذلك نظراً لشراء كميات كبيرة من عدد محدود من الأصناف ، بدلا من شراء كميات محدودة من عدد كبير من الأصناف فى حالة عدم استخدام أجزاء نمطية ، كما يسهل ذلك من عمليات الإستلام والفحص ، هذا بالإضافة إلى تسهيل الأمر على البائع الذى ينعكس أثره على سهولة التوريد وبالتالي تقليل الحد الأدنى من المخزون الواجب الاحتفاظ به من جانب المشتري من ناحية ، كما يسهل عمليات المراقبة على المخزون بسبب تخزين عدد أقل من الأصناف من ناحية أخرى ، كما يؤدى أيضاً استخدام الأجزاء النمطية إلى تسهيل عمليات التشغيل والصيانة والرقابة على الإنتاج .

أى أنه يمكن القول بأن استخدام الأجزاء النمطية من شأنه فى النهاية تخفيض تكلفة الشراء والتخزين وكذا تكاليف التشغيل .

ولا يقتصر الأمر فقط على تجميع وحدات السلعة أو تجميع أجزائها ، بل

هناك اتجاه نحو تصميم السلعة من مجموعة من الأجزاء التي يمكن معها إستبدال كل جزء من هذه الأجزاء modular design ، وبالتالي في حالة تعطل أحد هذه الأجزاء فإنه يمكن إستبدال هذا الجزء برمته أو يمكن حل هذا الجزء إلى جهة مركزية للصيانة والإصلاح ، حيث تقل تكلفة العمل في هذه الحالة بدرجة كبيرة مما هو الحال في حالة عدم إمكان فك هذا الجزء العاطل وبالتالي ضرورة إنتقال فريق الإصلاح إلى الآلة أو المنتج لإصلاحها .

٥ - ٦ - ٤ بيانات بحوث التسويق Market Research Inputs :

لقد تمثلت المتطلبات السابق ذكرها لتصميم المنتج في تلك البيانات التالية من داخل المنشأة ، إلا أن نجاح المنتج يتحدد ولاشك في النهاية بواسطة المستهلك الأمر الذي يقتضى ضرورة أخذ رغباتهم في الحسبان عند وضع أو تطوير التصميم الخاص بالمنتج ، ولعل بحوث التسويق التي تجريها الشركات دوراً كبيراً في هذا الصدد ، إذ عادة ما تقوم الشركات بتصميم قائمة إستقصاء تحتوي على مجموعة من الأسئلة الدقيقة والتي تصاغ بطريقة فنية تمكن المنشأة من التوقف على رغبات وحاجات المستهلكين .

إذ يتم الحصول على بيانات خاصة بحجم السوق المرتقب بالنسبة للتصميمات البديلة المختلفة (الشكل ، العروة ، درجة الصلاحية للتشغيل ، وغيرها من الخصائص الأخرى الخاصة بالمنتج) والتي يمكن للشروع إختيار أى منها . كما يتم للتنبؤ بحجم السوق المرتقب لكل سعر من الأسعار البديلة التي يمكن أن تقدم بها السلعة ، هذا بالإضافة إلى الحصول على بيانات كافية عن المنافسين والمتنافسين واتجاهاتهم المستقبلية .

ولذا وكما سبق أن بينا في فقره ٥ - ٥ - ١ يبين لنا أهمية بحوث التسويق هذه وكذا أهمية إشترك رجال التسويق في إقتراح التصميم الخاص بأي منتج .

٥ - ٦ - ٥ الموارد Resources :

كما يجب عند وضع التصميم النهائي لآى منتج أن تأخذ فى الحسبان نوعية الموارد المتاحة سواء كان ذلك بالنسبة للواد الخام أو المعدات والآلات أو المهارات المختلفة وكذا حجم الأموال المتاحة وبصفة خاصة فى الفترة الأولى لتقديم المنتج الجديد ، إذ أن هذه الموارد هى فى النهاية الاداء الذى يتم بواسطتها إخراج التصميم المقترح إلى حين الوجود .

فكلما إقتربت الإحتياجات اللازمة لتصميم الجديد من تلك المتوافره لدى المشروع ، كلما أمكن إتمام عملية التصنيع بسهولة ويسر ، وذلك على عكس الحال . إذا ما تطلب التصميم الجديد نوعية جديده من الأعمال ، لما يقتضيه ذلك من ضروره تدريب العاملين على هذه الأعمال الجديده وكذا إحتيال شراء آلات جديده ، بل ضروره اللجوء أحياناً إلى بناء خطوط إنتاج أو مصانع جديده ، وهو الأمر الذى يتطلب ليس فقط توافر الوقت والجهد الكاف بل يقتضى أيضاً ضروره توافر الأموال بكميات كافيه وبصفة خاصة خلال الفترة الأولى لتقديم المنتج ، لاسيما وأن الإيرادات المتوقعة من بيع المنتج الجديد سوف تكون محدوده فى هذه المرحلة .

ويرجع فعل كثير من المشروحات إلى عدم توافر الأموال الكافية سواء المملوكة أو المقرضة خلال هذه الفترات الأولى ، ودون أن يتاح للنتج الجديد التواجد فى السوق أصلاً ، رغم ما قد يحمله المنتج الجديدة من مميزات وخصائص مقبولة بل ومرغوبة للسوق بسبب إشباعها حاجات حقيقية ومطلوبة من جانب المستهلكين .

٥ - ٦ - ٦ اختبار المنتج الجديد Testing :

إذ عادة ما يسبق الإنتاج الفعلى للنتج ضروره إجراء مجموعة من الإختبارات

اللازمة على نموذج لهذا المنتج والتأكد من صلاحيته للقيام بالوظائف المتوقعة أو المرجوة منه ، وذلك مثل تجربة إطار جديد للسيارات في طريق مليء بالسايمير أو تجربة ساعة جديدة عن طريق إسقاطها في خلطة من الأسمنت لمعرفة مدى تأييد ذلك على كفاءة تشغيل الساعة . أى يتم التركيز في هذه المرحلة على معرفة جودة المنتج ومدى صلاحيته للقيام بالوظائف المرجوة منه .

وبل إسليفا المراحل السابقة لإجراء دورة إنتاجية واحدة للنتج الجديد في ظل ظروف التشغيل المتوقعة وذلك بقصد التعرف على أى أخطاء في العملية الإنتاجية أو في شكل المنتج النهائي والعمل على استبعادها ، وبذا تكتمل الخطوات اللازمة لتصميم المنتج الجديد ويصبح من الممكن البدء في الإنتاج . السكيد وتقديم المنتج بشكل نهائى للسوق .

٥ - ٧ تحديد خصائص المنتج : Product Specifications

إذا يتم تحديد وكتابة خصائص ومواصفات المنتج وذلك ببيان أبعاد الوحدة المنتجة ووزنها وحجمها ودرجة مقاومتها وكذا الأجزاء المكونة لها مع يافت كيفية تصنيع هذه الأجزاء .

ولاشك أن قائمة المواصفات والخصائص سوف تتكون من آلاف الصفحات بالنسبة لبعض المنتجات المتقدمة كالطائرات ، لذا عادة ما يشترك بمجموعة كبيرة من الفنيين في كتابة قائمة المواصفات والخصائص لمثل هذا النوع من المنتجات .

٥ - ٨ قائمة المواد اللازمة للوحدة المنتجة Bill of Materials

بالإضافة إلى كتابة القائمة السابقة لمواصفات وخصائص المنتج بشكل دقيق . وكامل ، يقتضى الأمر أيضاً ضرورة تحديد قائمة المواد (B/M) ، إذ يقوم مهندس

التصميم في ضوء قائمة المواصفات والخصائص بتحديد الاجزاء المكونة لكل وحدة منتج .

ويتم إرسال قائمة المواد هذه مصحوبة بالجدول الزمني للإنتاج إلى إدارة المشتريات التي تتولى توفير هذه المواد في المواعيد وبالكميات اللازمة للإنتاج من ناحية وفي ضوء الكميات المخزونة من ناحية أخرى ، وذلك ما سوف نتناوله بالتفصيل في الفصل السابع .

كما يتم بعد ذلك وضع خرائط التجميع وكذا خرائط العمليات ومدققها وهو ما سنتناوله في الفصل السادس من هذا الكتاب .

٥ - ٩ تصميم الخدمات *Designing Services* :

تشبع منشآت الخدمات الكثير من حاجات المستهلكين وذلك دون تقديم سلع مادية ملموسة ، فتقدم المدارس خدمة التعليم ، وتقدم المستشفيات الخدمات الصحية ، وتقدم شركات الطيران خدمة النقل ، ورجال الإطفاء يقدمون الخدمات الخاصة بإطفاء الحريق ، وغيرها من المنشآت الخدمية وبصفة خاصة القطاع الحكومي والذي ينحصر دوره الأساسي في تقديم الخدمات للمواطنين .

ولقد ارتفعت معدلات النمو لمشروعات الخدمات بشكل يفوق معدلات النمو الخاصة بأى قطاع إقتصادي آخر إلى الحد الذي أصبح عنده في معظم الدول المتقدمة أن نصف حجم القوى العاملة أو أكثر يعمل في المشروعات الخدمية بعد أن كانت المشروعات الإنتاجية التي تقدم السلع المادية الملموسة هي الرائد في هذا العدد .

ويتأثر قرار تصميم الخدمة بنفس العوامل الخاصة بتصميم السلع المادية ، سواء كانت العوامل التسويقية أو الإنتاجية أو المالية ، لذا يقتضى تصميم الخدمة ضرورة دراسة الهدف الأساسي للنشأة والموارد المتاحة وكذا إحتياجات السوق .

فقد تقوم الجامعة مثلاً في ضوء الدراسة السابقة بتصميم مقررات دراسية جديدة وتحذف مقررات دراسية قائمة حتى تلبى إحتياجات المجتمع ، أو قد تقوم مستشفي بتقديم خدمات صحية جديدة ، أو أن تقوم شركة تأمين بتقديم مجموعة برالص جديدة . كما يجب على الحكومات سواء المحلية أو المركزية ضرورة دراسة نوعية الخدمات التي يجب أن تقدمها لمواطنيها ، فهل من اللازم مثلاً أن تقدم الحكومة المصرية خدمات التعليم مجاناً حتى بالنسبة للدراسات العليا بالجامعات ؟ وهل تسأل الحكومة عن ضرورة توفير فرص العمل لكل الخريجين ؟ فلاشك أن الإجابة على مثل هذه الأسئلة أمر ضروري لرفع الكفاءة الخاصة بالجهاز الحكومي .

ولا يقتصر الأمر فقط على تحديد نوع الخدمات بل يمتد الأمر أيضاً إلى ضرورة تحديد مستوى الخدمات level of services وأيضاً الوقت والأماكن التي تقدم فيها هذه الخدمات ، فقد يقرر بنك فتح فروع له في مناطق نائية وقد يقرر زيادة ساعات العمل بما يسمح بتقديم خدماته لمدة أطول خلال اليوم الواحد .

ولا شك أن المنافسة الحادة في السوق قد دفعت الكثير من المؤسسات الإنتاجية إلى تقديم العديد من الخدمات لمستهلكي السلع ، مثل تقديم الضمانات الكافية ، وتقديم خدمات الصيانة والإصلاح وغيرها من الخدمات المختلفة .

الفصل السادس

تخطيط وجـ — دولة الإنتاج

لقد بيانا فيما سبق الخطوات اللازمة لتصميم المنتج والعوامل التي تؤثر في الحساب عند اختيار موقع للصنع وتربيته داخلياً بالشكل الذي يجعله جاهزاً . وسوف نتناول في هذا الفصل كيفية التنبؤ بالطلب على المنتجات ثم كيفية تحويل هذا الطلب المتوقع الى خطة للإنتاج وأخيراً الجدولة الزمنية للموارد اللازمة لتنفيذ هذه الخطة .

ونلاحظ هنا الترابط الكامل بين الوظائف الثلاثة السابقة ، إذ أن منبهير على حجم الأعمال المتوقع لابد وأن ينعكس أثره على خطة الإنتاج وبالتالي على الجدول الزمني للإنتاج .

٦-١ التنبؤ بالطلب Forecasting Demand :

يعتبر التنبؤ بالطلب هو نقطة البداية لتخطيط الإنتاج ، إذ أن إنتاج كمية أكثر من اللازم من منتج معين يؤدي إلى زيادة رصيد المخزون وبالتالي زيادة التكاليف ، كما أنه من ناحية أخرى يؤدي إنتاج كمية أقل من اللازم إلى عدم قدرة إحتياجات العملاء وبالتالي إحتيال فقدان جانب من السوق للترقب والمشروع .

وعلى الرغم من ذلك فإن كثيراً من الشركات لاتزال مقتنعة بعدم أهمية وجدوى التنبؤ بالنسبة لتخطيط أنشطتها المختلفة إذ تعتقد هذه الشركات بأن لها ظروف عامة ومختلفة وبالتالي لا يصلح تطبيق أساليب التنبؤ بالنسبة لها ، علماً بأنه يمكن على الأقل إستخدام طرق التنبؤ هذه لتحديد رقم المبيعات المرتقبة

بشكل عام ، وبالتالي تحديد رقم تقريبي للإحتياجات من مستلزمات الإنتاج المختلفة .

ولاشك أن عملية التنبؤ هذه لا تمنى الوصول إلى نتائج دقيقة وغالية من أى خطأ وإنما يقصد بالتنبؤ تحديد النتائج الأكثر إحتيالا ، وهذه نقطة عامة إذ يعتقد البعض بعدم أهمية التنبؤ مدافعين على ذلك بإختلاف الأرقام المتوقعة عن الأرقام الفعلية في حالة من الحالات ، فمثلا إذا كان إحتيال ظهور الرقم (٦) عند رمي زهرة الترد هو ١/٦ فليس معنى هذا أننا نتوقع ظهور الرقم (٦) مرة واحدة كل ستة رميات إذ قد لا يظهر هذا الرقم بالمرة أو قد يظهر أكثر من مرة ، إلا أنه في عدد كبير من المرات نجد أن عدد مرات ظهور الرقم (٦) يقترب من ١/٦ عدد مرات الرمي الكلية ، وإذا كان هذا هو الحال بالنسبة لزهرة الترد فيختلف الحال بالنسبة للتنبؤ برقم للمبيعات إذ أن درجة معرفتنا للعوامل المؤثرة في رقم للمبيعات أقل بكثير من معرفتنا للعوامل المؤثرة في ظهور الرقم (٦) عند رمي زهرة الترد .

ولضمان الوصول إلى درجة عالية من الدقة عند التنبؤ بالمبيعات الخاصة بالمشروع يجب تطوير السجلات الخاصة للمشروع بما يضمن توافر البيانات اللازمة والممكن تحليلها إحصائيا . فقد تبذل جهود ضخمة وتكاليف عالية لإستخراج البيانات اللازمة للتنبؤ من سجلات للمشروع ، ألا أنه بمجرد معرفة طبيعة البيانات المطلوبة فإنه يمكن للمشروع إعداد البيانات بالعكس المطلوب . كجزء من أعماله الروتينية وبالتالي تضمن توافر هذه البيانات بشكل دقيق وواضح مستقبلا ودون عناء في الحصول عليها مما يسهل عملية تحليلها وإستخدامها في التنبؤ .

ولشر هنا إلى أن تحقق درجة عالية من الدقة في التنبؤ يقتضى توافر البيانات لمدة من عشرة إلى خمسة عشرة سنة سابقة حتى تتضمن هذه البيانات فترات .

الرواج والكساد التي يمر بها للمشروع ، ولذلك فإننا لا نتوقع درجة عالية من الدقة في نتائج التنبؤ التي تتم في السنوات الأولى ، إلا أننا نتوقع زيادة درجة الدقة هذه في السنوات اللاحقة .

٢ - كذلك يجب أيضاً دراسة وتحديد نصيب المشروع من السوق الكلية، إذ عادة ما تتوافر لشرائح خاصة بأرقام المبيعات المتوقعة للقطاع كله ، وبمقارنة أرقام القطاع هذه بالأرقام المقدرة للمشروع يمكن معرفة نصيب المشروع من السوق الذي تتعامل فيه من ناحية ، والحكم على درجة الدقة في أرقام المشروع للمقدرة من ناحية أخرى . وقد يكنى المشروع في كثير من الحالات معرفة نصيبه من السوق الكلية لتحديد رقم مبيعاته للمقدرة ، ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي :

إذا كان عدد سيارات الركوب المتوقع إنتاجها خلال العام القادم هو ٢٠,٠٠٠ سيارة ، وإذا كان عدد السيارات المستعملة حالياً ٢٠٠,٠٠٠ سيارة . فإذا احتاجت كل سيارة جديدة إلى ٥ إطارات ، وإذا احتاجت كل سيارة مستعملة إلى إطار واحد فقط في المتوسط ، فما هو عدد الإطارات لسيارات الركوب المتوقع بيعها بواسطة شركة النصر في العام القادم إذا كان نصيب شركة النصر من السوق الكلية هو ٢٠٪ فقط ؟

عدد الإطارات اللازمة للسيارات الجديدة = $20,000 \times 5$

= ١٠٠,٠٠٠ إطار

المستعملة " " " " = $200,000 \times 1$

= ٢٠٠,٠٠٠ إطار

= ٣٠٠,٠٠٠

المجموع

∴ نصيب الشركة المتوقع = $\frac{20}{100} \times 300,000 = 60,000$ إطار

وأخيراً يجب عند التنبؤ بأرقام المبيعات أن تأخذ في الحسبان الظروف التجارية والتي يمكن أن تؤثر في الأرقام للقدرة كالتغير في أسعار المنتجات ، أو التغير في أذواق المستهلكين أو ظهور منتجات بديلة وغيرها من العوامل الأخرى المؤثرة .

ويتم التنبؤ بالمبيعات بعدة طرق سوف نبين بعضها فيما يلي ، إلا أننا نود أن نشير في هذا الصدد إلا أن معظم هذه الطرق تعتمد بدرجة أو أكثر على دراسة الأرقام في السنوات السابقة لتحديد الاتجاه في السنوات المقبلة ، وبعد ذلك أساساً مقبولا في كثير من القطاعات الاقتصادية التي تتميز بنقص من الاستقرار وعدم التعرض للتغيرات المفاجئة .

وسوف نبين فيما يلي خمس خطوات أساسية يجرى إتباعها للتنبؤ بالطلب على المنتجات في الشركات .

٦ - ١ - تحديد الهدف Determining the Objective :

يطلب التنبؤ بحجم الأعمال المستقبلية ضرورة التنبؤ بالطلب . وهنا يثار سؤال هام عام بما هو النطاق الحاكم في المشروع الذي يترتب على التنبؤ به تحديد الطلب المتوقع ؟ إذ أن هناك نوعين من الأنشطة وبالتالي نوعين من الطلب الأول هو الطلب الداخلي أو المعتمد *internal or dependent demand* والثاني هو الطلب الخارجي أو المستقل *external or independent demand* .

إذ يتحدد الطلب الداخلي أو المعتمد على الطلب المتوقع لمنتج أو مجموعة من المنتجات الأخرى . وكشال على ذلك الطلب المتوقع على المواد الخام ، فتحدد المراد الخام المطلوبة وفقاً لحجم الإنتاج المتوقع من ناحية ووفقاً لقائمة المواد الخاصة بالمنتجات من ناحية أخرى .

أما الطلب الخارجي أو المستقل فهو طلب غير مرتبط بأي منتج أو عنصر كغير داخل المشروع وإنما تحدده عوامل أخرى من خارج المشروع ، فالطلب

المتوقع على المنتجات النهائية يعتبر مثال لهذا الطلب المستغل ، وكذلك الحال بالنسبة للطلب على بعض قطع الغيار اللازمة لإصلاح الآلات والمعدات الخاصة بالمشروع .

ويل تحديد الأنشطة الحاكمة التي يتم أساساً التنبؤ بها ، ضرورة تحديد فترة التنبؤ والتي تتحدد وفقاً لعوامل كثيرة ، منها درجة الدقة المطلوبة ، إذ تعتمد أدوات التنبؤ الواجب استخدامها ، كما تقل درجة الدقة في التنبؤ كلما طالت الفترة التي يتم التنبؤ بها ، وعموماً يتوقف تحديد طول فترة التنبؤ على طول دورة الإنتاج ، ومقدرة المشروع على تجميع الموارد اللازمة ، وتكاليف وضع النموذج للملائم .

٦ - ١ - ٢ اختيار النموذج Selecting the Model :

هناك مجموعة من العوامل يجب أخذها في الحسبان عند اختيار النماذج المستخدمة في التنبؤ بحجم الأعمال لأي مشروع ، ويمكن استعراض أهم هذه العوامل من خلال الإجابة على الأسئلة التالية :

١ - ما هي الجهات المستفيدة أساساً من الأرقام المقدرة ، وما هي هذه التقديرات المطلوبة لهم ؟

٢ - هل تنفيذ البيانات التاريخية في الوصول إلى هذه المعلومات ؟ وإلى أي حد تتوافر هذه البيانات التاريخية ؟

٣ - ما هي درجة الدقة المطلوبة في هذه التقديرات ؟

٤ - ما هي الفترة أو المدة المستقبلية التي يتم التنبؤ بالنسبة لها ؟

٥ - ما هو الوقت المتاح للقيام بتحليل والدراسة اللازمة لإتمام هذا التنبؤ ؟

٦ - ما هي التكاليف اللازمة للقيام بتحليل والدراسة اللازمة للتنبؤ مقارنة بالعائد المتوقع من جراء ذلك ؟

إذ يتم في ضوء الإجابة على مجموعة الأسئلة هذه تحديد الأسلوب الذي يمكن استخدامه في عملية التنبؤ ، حيث تندرج الأساليب الممكن استخدامها من مجرد الحكم المنطقي إلى استخدام أساليب رياضية معقدة ، ويمكن بيان بعض هذه الأساليب فيما يلي :

١-٦-١ نماذج التحكيم أو التقديرية Judgmental Models :

يتم وفقاً لهذه النماذج تجميع الآراء حول ما ستكون عليه الظاهرة محل الدراسة في المستقبل ، فيتم تجميع آراء المديرين ورجال البيع وغيرهم الصناعة وغيرهم عن لهم دراية كافية بالظاهرة التي يراد التنبؤ بسلوكها مستقبلاً .

ومن أشهر النماذج المستخدمة في هذا الصدد نموذج دلفي Delphi والذي يقوم أساساً على تجميع وتقييم وجدولة الآراء المختلفة الخاصة بالظاهرة . موضوع الدراسة على عدة مراحل ، تبدأ المرحلة الأولى بتجميع الآراء المستقلة للأطراف المعنية ثم تجمع وتبويب على أن ترد مرة أخرى إلى الأطراف التي إشتراك في المرحلة الأولى ليتم تجميع ردودهم وآرائهم في ضوء معرفتهم لآراء الآخرين ويستمر في تكرار هذه المراحل ، إذ يفترض دلفي إلى إتفاق آراء المجموعة وإقترابها من الإجابة الصحيحة في أغلب الأحوال . ويتميز هذا الأسلوب بالسهولة وعدم الحاجة إلى توافر خلفية رياضية وذلك على عكس الحال في الأساليب الأخرى التي قد تستخدم في هذا الغرض . إلا أنه في مقابل هذه السهولة والبساطة أسلوب دلفي ، ليس هناك ضمان إلى أن الآراء المتجمعة سوف تقترب دائماً من التقديرات الصحيحة ، فعادة ما تمكس هذه الآراء مجموعة من التواحي الشخصية خاصة وأن المعلومات المتاحة لدى أي فرد عادة ما تكون قاصرة ومحدودة ، ولذا يفضل اللجوء إلى النماذج الرياضية كلما كان ذلك ممكناً .

وتتدرج الأساليب الرياضية الممكن استخدامها من السهولة إلى التعقيد . ويترافق ذلك على درجة الدقة المطلوبة وطول فترة التنبؤ ، ومدى توافر البيانات

وقد ترى الإدارة ضرورة تدرج الأوزان بالشكل الذى يعطى أهمية أكبر للسنوات الأخيرة أى تكون

$$٨,١ < ٨,١٦ < ٧,١٦ < ٠,٠٠٠ < ٧,١ < ٧,٢$$

ويمكن إعطاء أهمية نسبية للفترات الأخيرة بإتباع للمعادلة التالية :

$$\bar{ط}_ن = \bar{ط}_ن - ١ + ١ (ط_ن - \bar{ط}_ن - ١) \quad (٣)$$

$$٠ < ١ < ٦$$

أى أن الطلب المتوسط خلال الن فترة السابقة والذى سيتخذ كأساس للتنبؤ بالطلب في السنة ن-١ هو الطلب المتوسط خلال الن-١ فترة السابقة مضافاً إليها نسبة تمثل الفرق بين الطلب خلال الفترة ن الأخيرة والطلب المتوسط خلال الن-١ فترة السابقة .

وبالتالى يتم تعديل الطلب المتوسط خلال مدة معينة بالزيادة إذا ما تبين أن الطلب خلال الفترة الحالية أكبر من الطلب المتوسط خلال الفترات السابقة ($\bar{ط}_ن < ط_ن$) وبالنقص إذا ما تبين أن الطلب خلال الفترة الحالية أقل من الطلب المتوسط خلال الفترة السابقة ($\bar{ط}_ن > ط_ن$)

ويلاحظ أن استخدام قيمة مرتفعة لـ ١ يؤدي إلى إستجابة الرقم المتوسط $\bar{ط}_ن$ بدرجة كبيرة للتغيرات في الطلب لفترات القريبة ط_ن ٦ ط_ن-١... إلخ وعلى العكس استخدام قيمة منخفضة لـ ١ يؤدي إلى إلتصاف التغيرات التى قد تحدث خلال الفترات السابقة للقريبة دون التأثير بشكل كبير على رقم الطلب المتوسط للفترة الحالية .

وتستخدم معادلة (٣) في إيجاد قيمة $\bar{ط}_ن$ إذا ما توافرت بيانات عن $\bar{ط}_ن-١$ ، أما إذا لم تتوافر البيانات للمتوسطة في السنوات السابقة فيفضل إعادة التعبير عن معادلة (٣) بصورة أخرى وذلك كما على :

- ١٢١ -

$$(\overline{ط_3} - ط_3) 1 + \overline{ط_3} = \overline{ط_3}$$

$$١٢٥٠ = (١٠٠٠ - ١٥٠٠) \frac{1}{4} + ١٠٠٠ =$$

$$(\overline{ط_4} - ط_4) 1 + \overline{ط_4} = \overline{ط_4}$$

$$١٤٢٥ = (١٢٥٠ - ١٦٠٠) \frac{1}{4} + ١٢٥٠ =$$

$$(\overline{ط_5} - ط_5) 1 + \overline{ط_5} = \overline{ط_5}$$

$$١٢١٢,٥ = (١٤٢٥ - ١٢٠٠) \frac{1}{4} + ١٤٢٥ =$$

$$(\overline{ط_6} - ط_6) \frac{1}{4} + \overline{ط_6} = \overline{ط_6}$$

$$١١٠٦,٦ = (١٢١٢,٥ - ٩٠٠) \frac{1}{4} + ١٢١٢,٥ =$$

وهكذا حتى نصل إلى $\overline{ط_8}$

ونلاحظ في المثال السابق أن زيادة الطلب عام ١٩٧٣ بمقدار ٥٠٠ وحدة لم يؤدي إلى زيادة مقابلة في متوسط الطلب حتى عام ١٩٧٣ وإنما زاد المتوسط بمقدار ٢٥٠ وحدة فقط ، كما أن نقص الطلب عام ١٩٧٥ بمقدار ٤٠٠ وحدة من الرقم في عام ١٩٧٤ لم يؤدي إلى نقص في متوسط الطلب حتى عام ١٩٧٥ بنفس المقدار وإنما انخفض المتوسط بمقدار ١١٢,٥ وحدة فقط .

ويمكن هنا بيان تأخر زيادة أو نقص قيمة α كما يلي :

$$\text{إذا كانت } \alpha = 1 \text{ و}$$

$$١٠٠٠ = \overline{ط_3}$$

$$(\overline{ط_3} - ط_3) 1 + \overline{ط_3} = \overline{ط_3}$$

$$١٤٥٠ = (١٠٠٠ - ١٥٠٠) \frac{1}{4} + ١٠٠٠ =$$

$$(\overline{ط_4} - ط_4) 1 + \overline{ط_4} = \overline{ط_4}$$

$$١٥٨٥ = (١٤٥٠ - ١٦٠٠) \frac{1}{4} + ١٤٥٠ =$$

$$\begin{aligned} \overline{ط_0} &= \overline{ط_1} + 1 (\overline{ط_2} - \overline{ط_1}) \\ 1080 &= 1080 + 1 (1080 - 1200) = 1227,0 \text{ وحدة} \\ &\dots \text{ الخ} \end{aligned}$$

وهنا نلاحظ أن زيادة قيمة α تؤدي إلى تأثير المتوسط المحسوب بدرجة كبيرة بالتغيرات التي تحدث في حجم الطلب سواء كانت هذه التغيرات بالزيادة أو النقص ، وعلى العكس من ذلك نجد أن نقص قيمة α يؤدي إلى عدم تأثير الرقم المتوسط بمثل هذه التغيرات وذلك كما يلي :

$$\begin{aligned} \text{نفرض أن } \alpha &= 1 \text{ و} \\ 1000 &= \overline{ط_3} \\ \overline{ط_3} &= \overline{ط_2} + 1 (\overline{ط_1} - \overline{ط_2}) \\ 1000 &= 1000 + 1 (1000 - 1000) = 1000 \text{ وحدة} \\ \overline{ط_4} &= \overline{ط_3} + 1 (\overline{ط_2} - \overline{ط_3}) \\ 1100 &= 1000 + 1 (1000 - 1600) = 1100 \text{ وحدة} \\ \overline{ط_5} &= \overline{ط_4} + 1 (\overline{ط_3} - \overline{ط_4}) \\ 1114,0 &= 1100 + 1 (1100 - 1200) = 1114,0 \text{ وحدة} \end{aligned}$$

وهكذا يتبين لنا أن قيمة منخفضة لـ α تؤدي إلى إمتصاص التغيرات التي قد تحدث في الأرقام الفعلية للطلب من فترة لأخرى دون أن تأثر بشكل كبير على الرقم المتوسط للطلب .

وأخيراً نود أن نشير إلى أن $\overline{ط}$ المحسوبة وفقاً للمعادلة (٢) أو (٤) مامي إلا رقم مبر عن متوسط أرقام الطلب في الفترات السابقة ولا يعتبر تماماً عن الطلب المتوقع مستقبلاً ، ولذا سوف نستعرض فيما يلي طريقتين للتنبؤ بالمبيعات هما :

٦-١-٢-٣ طريقة توفيق للتحنيات كأساس لتقدير الطلب :

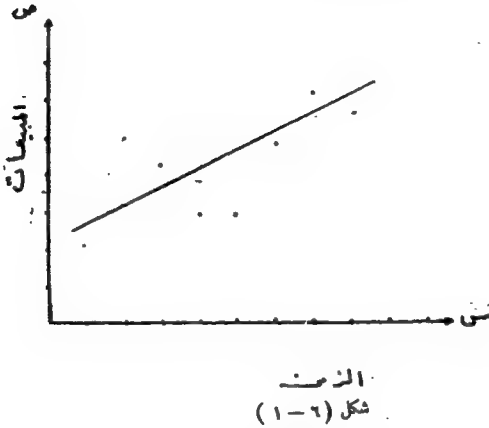
يمكننا دراسة العلاقة بين المبيعات والزمن خلال الفترات السابقة فإذا:
 حددنا قيم معينة للزمن s وليكن $s = ٦$ سن $s = ٦٠٠٠٠$ سن وكذا حددنا
 القيم المقابلة للمبيعات m والمناظرة لقيم الزمن السابقة وليكن $s = ٦$ سن $m = ٦٠٠٠٠$
 سن . ثم نرسم محوذاً لقيم s وآخر لقيم m ، على أن يتم تحديد نقط
 نقطة لكل زوج من أزواج القيم ($s = ٦$ سن) ($m = ٦٠٠٠٠$ سن)
 ($s = ٦$ سن) ثم نحاول رسم منحنى يتوسط النقط السابقة قدر الإمكان .
 وهو ما يسمى بعملية توفيق منحنى لهذه البيانات ، الأمر الذى يؤدى إلى معرفة
 سلوك المبيعات إلى حد كبير وبالتالي إمكانية تحديد قيمة المبيعات أو الطلب المستقبلي
 عند قيمة زمنية مستقبلة .

وإذا ما أمكن توفيق علاقة خطية تربط الزمن بالمبيعات ، فإنه يمكن التعبير
 عنها كما يلي :

$$m = s + c$$

حيث m تمثل المتغير التابع وهو المبيعات فى هذه الحالة ، s تمثل المتغير
 المستقل وهو الزمن أما c فهي ثوابت يحددان معالم معادلة هذا الخط
 المستقيم .

ويمكن توضيح ذلك كما في الشكل التالي :

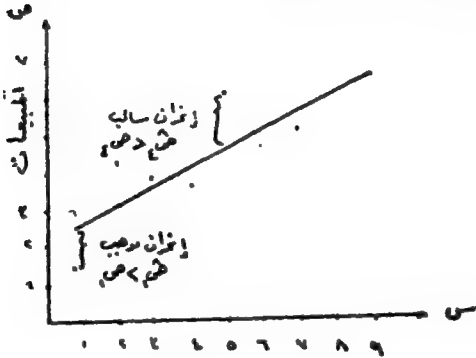


وبعبارة أخرى طريقة توفيق المنحنيات بالرسم أن الخط أو المنحنى المرسوم لن يكون دقيقاً تماماً ، بل سوف يختلف من شخص لآخر . لذلك عادة ما يتبع طريقة المربعات الصغرى التي يمكننا من رسم الخط أو المنحنى بالشكل الذي يؤدي إلى تقليل مجموع مربعات انحرافات النقط عن هذا المنحنى إلى أقل حد ممكن .

٦-١-٢-٤ طريقة المربعات الصغرى :

إذا ما افترضنا أن المبيعات y دالة في عنصر واحد وهو الزمن x وأنه يمكن التعبير عن العلاقة بينهما خطياً كما يلي $y = ax + b$ ، فلتحديد معالم هذه العلاقة أي لتحديد الثوابت a و b فإننا نعمل على أن تكون مجموع

مربعات الإنحرافات المبيعات المقدرة عن المبيعات الفعلية أقل ما يمكن ، ويمكننا
تمثيل هذه الإنحرافات في الشكل التالي :



الشكل رقم (٦-٢)

فإذا كانت C تعبر عن مجموع مربعات الإنحرافات أي

$$C = (m_1 - s_1)^2 + (m_2 - s_2)^2 + \dots + (m_n - s_n)^2$$

فتصبح المسألة هي تحديد قيمة m هي التي تجعل مجموع مربعات الإنحرافات أقل
ما يمكن ، وبهذا فإن m هي المعدل الحسابي لمتغيرات في هذه الحالة ولذا يتم التقاطح
جزئياً بالنسبة لـ m هي المعدل الحسابي للتفاضل بالصفر كما يلي :

ونشير هنا إلى أنه يترتب على حل المعادلتين (٧) و (٨) أن

$$(٩) \quad \frac{٥٠٠٠٠ - ١٠٠٠(١٠٠ - ١٠٠٠)}{١٠٠(١٠٠ - ١٠٠٠)} = ٢$$

$$(١٠) \quad \frac{٥٠٠٠٠ - ١٠٠٠}{١٠٠} = ٥٠٠$$

ويمكن توضيح كيفية إيجاد معادلة الخط المستقيم باستخدام طريقة المربعات
المعكورة باستعراض المثال التالي :

١-٢-٣-٤-٥ مثال :

نفرض أن المبيعات الخاصة بشركة التصريكات كما يلي خلال العام السابق:

الشهر	المبيعات بآلاف الجنيهات
يناير	١,٠
فبراير	١,١
مارس	١,٥
أبريل	٢,٠
مايو	٢,٠
يونيه	٢,٢
يوليه	٢,٨
أغسطس	٣,٠
سبتمبر	٣,٢
أكتوبر	٣,٠
نوفمبر	٤,٠
ديسمبر	٤,٥

فأوجد معادلة الخط المستقيم التي تعبر عن العلاقة بين المبيعات والزمن بحيث تكون مجموع مربعات الانحرافات أقل ما يمكن:

الحل:

س	ص	س ص	س ^٢
١	١,٠	١,٠	١
٢	١,١	٢,٢	٤
٣	١,٥	٤,٥	٩
٤	٢,٠	٨,٠	١٦
٥	٢,٠	١٠,٠	٢٥
٦	٢,٢	١٣,٢	٣٦
٧	٢,٨	١٩,٦	٤٩
٨	٣,٠	٢٤,٠	٦٤
٩	٣,٢	٢٨,٨	٨١
١٠	٣,٠	٣٠,٠	١٠٠
١١	٤,٠	٤٤,٠	١٢١
١٢	٤,٥	٥٤,٠	١٤٤
٧٨	٣٠,٣	٢٣٩,٣	٦٥٠

$$(١) \quad ١٢ + ٣٠٣ = ٣١٥$$

$$(٢) \quad ٧٨ + ٢٣٩ = ٣١٧$$

وبحل هاتين المعادلتين نجد أن $٣١٧ = م$ و $٣١٥ = ٦$

أي أن : $٣١٧ = م$ و $٣١٥ = ٦$

٦ - ١ - ٢ - ٥ الإبحار المتعدد Multiple Regression :-

افترضنا فيما سبق أن للتغير التابع يتأثر أساساً بتغير مستقل واحد فقط ،
 كأن يتأثر المبيعات في مشروع ما بالزمن أو بمستوى دخل الفرد أو غيرهما بين
 العوامل ، إلا أنه في أحيان كثيرة نحصي أن للتغير التابع يتأثر بأكثر من متغير
 مستقل كأن تكون المبيعات دالة في الزمن ودخل الأسرة والمبالغ المنفقة على
 الجهود الترويجية والإعلان ، أو أن تكون المقروضات النقدية في شهر معين
 دالة في مبيعات نفس الشهر والشهر السابق والشهر التالي ويمكن التعبير عن ذلك
 رياضياً كما يلي .

$$ص = ا_١ س_١ + ا_٢ س_٢ + + ا_n س_n + ا_{n+1}$$

لذا يقتضى الأمر تحديد معالم المعادلة $ا_١ ، ا_٢ ، ، ا_n ، ا_{n+1}$ حيث
 يمكن تحديد قيمة المتغير التابع ص ، ويتم ذلك باستخدام طريقة للربعات الصغرى
 وذلك من أجل تدنية مجموع مربعات [انحرافات التقديرات وفقاً لهذه المعادلة عن
 القيم الفعلية التي تمت في مجموعة من السنوات السابقة . ويأتباع نفس الخطوات
 السابقة في حالة وجود متغير مستقل فانه يلزمنا حل مجموعة من المعادلات تسارى
 عدد المعالم المطلوب التنبؤ بها .

وستكتفى في هذا الصدد بمناه وجود ثلاث معالم فقط ، أى حاله وجود
 متغيرين مستقلين كأن تكون المبيعات في المشروع دالة في الزمن ومستوى دخل
 الأسرة أى أن .

$$ص = ا_١ س_١ + ا_٢ س_٢ + ا_٣$$

ولتحديد المعالم $ا_١ ، ا_٢ ، ا_٣$ يلزمنا حل الثلاث معادلات التالية :

- ١٣٥ -

$$\frac{n}{1} = \frac{n}{1} + \frac{n}{1}$$

$$\frac{n}{1} + \frac{n}{1} = \frac{n}{1}$$

$$\frac{n}{1} = \frac{n}{1} + \frac{n}{1}$$

$$\frac{n}{1} + \frac{n}{1} = \frac{n}{1}$$

$$\frac{n}{1} + \frac{n}{1} = \frac{n}{1}$$

+ ن ا

فإذا كانت للبيعات وكذا متوسط دخل الأسرة السنوي في السنوات الخمس السابقة كما يلي :

— ١٢١ —

متوسط دخل الأسرة في السنة	اللياقات	السنة
٥٠٠	١٠٠٠	١٩٧٨
٦٠٠	١٢٠٠	١٩٧٩
٧٥٠	١٤٠٠	١٩٨٠
٨٠٠	١٥٠٠	١٩٨١
١٠٠٠	١٨٠٠	١٩٨٢

خاتمه يتم تحديد البيانات اللازمة للمادلات الثلاث السابقة كما يلي :

مردم	الزمن	متوسط دخل الأسرة للفرد	مردم	مردم	مردم	مردم
١٠٠٠	١	٥٠٠	١٠٠٠	٥٠٠	١	٤٥٠٠
١٨٠٠	٢	٦٠٠	٢٤٠٠	١٧٠٠	٤	٢٦٠٠
١٤٠٠	٣	٧٥٠	٤٢٠٠	٢٢٥٠	٦	٥٦٢٠
١٥٠٠	٤	٨٠٠	٦٠٠٠	٢٢٠٠	١٦	٦٤٠٠
١٨٠٠	٥	١٠٠٠	٩٠٠٠	٥٠٠٠	٥٥	١٠٠٠٠
٦٩٠٠	١٥	٢٦٥٠	٢٢٦٠٠	١٢١٥٠	٥٥	١٨١٢٠

وتكون المعادلات الثلاث كما يلي :

$$(١) \quad ١٠٠ + ١٢١٥٠ + ١١٥ = ٢٢٦٠٠$$

$$(٢) \quad ٢٦٥٠ + ٢٨١٢,٥٠٠ + ١٢١٥٠ = ٥٢٧٠,٥٠٠$$

$$(٣) \quad ١٥ + ٢٦٥٠ + ١١٥ = ٦٩٠٠$$

بضرب المعادلة الثالثة $\times ٣$ وطرح الناتج من المعادلة الأولى ينتج

$$(١) \quad ١٠٠ + ١٢١٥٠ + ١١٥ = ٢٢٦٠٠$$

$$(٤) \quad ١٥ + ١٠٩٥٠ + ١٤٥ = ٢٠٧٠٠$$

$$(٥) \quad ١١٢٠٠ + ١١٠ = ١٩٠٠$$

بضرب المعادلة (٣) $\times ٧٣٠$ وطرحه من المعادلة الثانية ينتج

$$٢٦٥٠ + ٢٨١٢,٥٠٠ + ١٢١٥٠ = ٥٢٧٠,٥٠٠$$

$$٢٦٥٠ + ٢٦٦٤,٥٠٠ + ١٠٩٥٠ = ٥٠٣٧,٥٠٠$$

$$١٤٨,٥٠٠ + ١١٢٠٠ = ٢٢٣,٥٠٠$$

$$(٦) \quad ١٤٨٠٠ + ١١٢٠ = ٢٢٣٠٠$$

بضرب (٥) $\times ١٢$ ثم طرح منها (٦) ينتج

$$١٤٨٠٠ + ١١٢٠ = ٢٢٣٠٠$$

$$١٤٤٠٠ + ١١٢٠ = ٢٢٨٠٠$$

$$١٤٠٠ = ٥٠٠$$

$$\frac{2}{3} = \frac{2 \div 2}{3 \div 2} = 1 \therefore$$

بالتعويض في (٥) بقيمة ١، ينتج

$$\frac{2}{3} \times 1200 + 110 = 1900$$

$$1000 + 110 =$$

$$1100 = 110 \therefore$$

$$110 = 110 \therefore$$

وبالتعويض في (٣) ينتج

$$110 + \frac{2}{3} \times 360 + 110 \times 10 = 6900$$

$$110 + 2400 + 1100 =$$

$$3910 = 110 \therefore$$

$$3910 = 110 \therefore$$

$$3910 + 110 \times \frac{2}{3} + 110 \times 10 = 6900$$

فإذا كان متوسط دخل الأسرة عام ١٩٨٣ يصل إلى ١٢٠٠ ج م فإن رقم
للبيانات المتوقع عام ١٩٨٣ يصبح كالتالي :

$$3910 + 1200 \times \frac{2}{3} + 110 \times 10 = 6900$$

$$3910 + 1600 + 1100 =$$

$$6610 =$$

وختاماً نود أن نشير هنا إلى أنه من الممكن توفيق معادلة من الدرجة الثانية
أو أى درجة أعلى من الدرجة الأولى ، ولذا يفضل دائماً باستخدام الرسم البياني

أن يتم تحديد شكل البيانات في السنوات السابقة وما إذا كان من الأفضل توفيق معادلة من الدرجة الأولى أم من درجة أعلى .

فإذا كانت المبيعات في السنوات الست السابقة كما يلي :

السنة	المبيعات
١	٨
٢	١٣
٣	٢٠
٤	٢٩
٥	٤٠
٦	٥٣

فانه يمكن التمييز من المبيعات من كدالة في الزمن s كما يلي :

$$ص = ص١ + ص٢ + ص٣ + ص٤ + ص٥ + ص٦$$

وبالتالى يمكن التنبؤ برقم المبيعات في السنة العاشرة مثلاً كما يلي :

$$ص = ص١ + ص٢ + ص٣ + ص٤ + ص٥ + ص٦ + ص٧ + ص٨ + ص٩ + ص١٠$$

٦ - ١ - ٣ تقييم النموذج قبل التطبيق Assessing the Model

يتم اختبار مدى صلاحية النموذج وذلك بتطبيقه على مجموعة من السنوات للوصول إلى أرقام تقديرية عن فترات تمت فعلا ، وبالتالي يمكن مقارنة النتائج

العملية بالنتائج الخاصة بالنموذج لمعرفة الانحرافات ، وما إذا كانت بدرجة مقبولة تسمح بتطبيقه أم أن هناك تغيير في النتائج يستوجب إدخال بعض التعديلات عليه أو حتى استبداله بآخر جديد تماماً ، ولا شك أن مثل هذا القرار لا يتوقف على مقدار الانحرافات فقط بل يتوقف أيضاً على الوقت والأموال المخصصة لبناء وتكوين مثل هذا النموذج .

٦ - ١ - ٤ : تطبيق النموذج Applying the Model :

بعد تقييم النموذج وتقرير صلاحية للتطبيق ، يتم استخدامه في عملية تبنى تحقيق للنتائج المستقبلية . وعادة ما تلجأ الشركات إلى الاستمرار في تطبيق النماذج المستخدمة لديها إلى جانب النماذج الجديدة خاصة في المراحل الأولى للتطبيق ، على أن تستخدم نتائج النماذج السابقة كأساس لتقييم النماذج الجديدة .

٦ - ١ - ٥ : تقييم فاعلية النموذج Evaluating the Model :

نظراً لديناميكية الظروف التي تعمل فيها معظم للشروعات فإن الأمر يقتضى دائماً تقييم ومراجعة نتائج النموذج المستخدم بشكل مستمر وذلك لتقدير مدى صلاحية الاستمرار في تطبيقه مستقبلاً .

٦ - ٢ : التخطيط للإنتاج Planning for Production :

بعد أن يتم التنبؤ بمستويات الطلب المتوقعة على منتجات المشروع ، يبدأ المدير في الإعداد لتخطيط الإنتاج . ويتم التركيز أساساً في هذه المرحلة على الخطوط العامة لأنشطة الإنتاج المختلفة ، وذلك بدون الدخول في تفاصيل العمليات اليومية. إذ يتم تحديد مستوى التشغيل الذي يتحقق عنده أكبر قدر من التوازن بين تكلفة العمالة من ناحية وتكلفة المخزون من ناحية أخرى ، فقد يقرر المشروع الالتزام بمستويات إنتاج ثابتة الأمر الذي يؤدي إلى زيادة المخزون في فترات الكساد ونقصه في فترات الازدهار ، أو على العكس قد يلجأ المشروع

إلى زيادة الإنتاج وبالتالي زيادة حجم العمالة بالمشروع لمواجهة فترات الراج ،
على أن يتم الاستغناء عن العمالة الزائدة في فترات الكساد .

ولا شك أن إنباع أى من الأسلوبين السابقين - زيادة أو نقص المخزون ،
تغيير حجم القوى العاملة - يحمل المشروع مجموعة من التكاليف التى تتمثل فى
زيادة مصاريف للنقالة والتأمين وعاطل التقدام والتلف وكذا زيادة المصروفات
الرأسمالية اللازمة للتوسع فى عملية التخزين بالإضافة إلى تكلفة للبيعات الضائعة
وعدم رضا المستهلكين فى حالة نقص المخزون هذا من ناحية وكذا التكاليف
الخاصة بإختيار وتدريب وتعيين العمال الجدد فى حالة زيادة العمالة وتعرض
شركة الشركة للضرر وسوء علاقتها بالمجتمع فى حالة الإستغناء عن العمالة الزائدة
حدد تخفيض حجم الإنتاج .

ولذا يحتاج الأمر إلى موازنة دقيقة بين عناصر التكاليف المختلفة مع الأخذ
فى الإعتبار العوامل المؤثرة الأخرى كإطاقة الإنتاجية للمعدات ومدى توافر
للرؤاد الخام وإمكانية الإعتماد على مقاولى الباطن فى فترات زيادة الطلب وذلك
عند تحديد مستوى التشغيل الأمثل للمشروع .

وهناك مجموعة من الوسائل والأدوات العلمية التى تساعد الإدارة فى تحديد
هذه المستويات ، وتختلف هذه الوسائل من حيث التكلفة ودرجة التعقيد وسوف
لستعرض فيما يلى بعض هذه الأدوات .

٦ - ٢ - ١ نقطة التعادل Break-Even Point

يستخدم تحليل التعادل فى تحديد حجم الإنتاج (سواء بالوحدات أو
المنحيات) الواجب تحقيقه حتى يتحقق للمشروع التعادل . وتقص بالتعادل هنا
أن المشروع لا يحقق خسارة كما أنه لا يحقق ربحاً . وتسمى كمية الإنتاج التى تحقق
هذا التعادل بنقطة التعادل break-even point ، ويتضمن تحديد نقطة التعادل هذه

ضرورة التفرقة بين عناصر التكلفة اللازمة للإنتاج ، إذ أن هناك تكاليف متغيرة تتغير بتغير حجم الإنتاج وتكاليف ثابتة لا تتغير بتغير حجم الإنتاج .

وتشمل التكاليف المتغيرة تكلفة المواد الخام المباشرة وهي تكلفة المواد الخام الداخلة في إنتاج السلعة بشكل مباشر والتي عادة ما تظهر في المنتج النهائي نفسه وذلك مثل تكلفة الخشب في صناعة الآثاث والصاج الداخل في صناعة التلاجات . والصلب الداخل في صناعة الماكينات . . . الخ . كما تشمل التكاليف المتغيرة تكلفة العمل المباشر وتمثل في تكلفة ساعات العمل اللازمة لتصنيع المواد الخام السابقة ، كذا تشمل التكاليف المتغيرة بعض المهمات والمصاريف الأخرى التي ترتبط بشكل مباشر بحجم الإنتاج . أما التكاليف الثابتة فتشمل التكاليف الغير مباشرة الصناعية أي التكاليف الغير مرتبطة بنتج معين وإنما ترتبط هذه التكاليف بالمنتجات المختلفة للمشروع ككل وذلك مثل تكلفة العاملين في إدارة الأفراد والمشتريات والتسويق والإدارة المالية والإدارة القانونية وغيرها من الإدارات التي تقدم خدماتها للمشروع ككل دون إمكانية ربط عناصر التكلفة الخاصة بهذه الإدارات ووحدات كل منتج من منتجات المشروع ، وعلى أن تكون هذه التكاليف ثابتة ولا تتأثر بالتغير في حجم الإنتاج . إلا أن هذه التكاليف ليس لها صفة الثبات الدائم وإنما تخضع للتغير كل مدة طويلة فقد يتم إلغاء خبر إنتاجي جديد أو مبنى جديد للإدارة أو قد يتم شراء أتموبيسات لنقل العاملين الأمر الذي يؤدي إلى تغير هذه التكاليف .

ونود أن نغير هنا إلى أن نصيب الوحدة من هذه التكاليف الثابتة سوف يتغير بتغير حجم الإنتاج ، إذ يقل نصيب الوحدة من التكاليف الثابتة كلما زادت الوحدات المنتجة وعلى العكس يزيد نصيب الوحدة من التكاليف الثابتة كلما قلت عدد الوحدات المنتجة . أما بالنسبة للتكاليف المتغيرة فهي كما سبق أن ذكرنا تتغير مع تغير حجم الإنتاج ، إلا أن تكلفة الوحدة المتغيرة هي في حقيقة الأمر ثابتة فلا تحتاج معالجة مثلاً نحتاج إلى لوحين من الصاج تكلفة اللوح ٢٢ جنيه . معنى هذا:

أن تكلفة الصاج اللازم لإنتاج الثلاثة الواحدة يكون دائماً ٤٤ جنياً (٢٢ × ٢) وإذا قام المشروع بإنتاج ١٠٠٠ ثلاثة تكون تكلفة الصاج المستخدم ٤٤ × ١٠٠٠ = ٤٤٠٠٠ جنياً وإذا قام المشروع بإنتاج ٢٠٠٠ ثلاثة بدلا من ١٠٠٠ كان مسؤره ذلك أن تكلفة الصاج المستخدمة ٤٤ × ٢٠٠٠ = ٨٨٠٠٠ جنياً .

ونقطة التعادل كما سبق هي نقطة تساوى الإيرادات الكلية مع التكاليف الكلية ، ولذا يتم تحديدها بطريقة سهلة ومباشرة عن طريق كتابة طرفى المعادلة كما يلى .

الإيرادات الكلية = التكاليف الكلية

= التكاليف المتغيرة + التكاليف الثابتة

سعر بيع الوحدة × عدد وحدات التعادل = تكلفة الوحدة المتغيرة × عدد وحدات التعادل + التكاليف الثابتة .

ويمكن إعادة كتابة للمعادلة كما يلى :

(سعر بيع الوحدة - تكلفة الوحدة المتغيرة) × عدد وحدات التعادل = التكاليف الثابتة

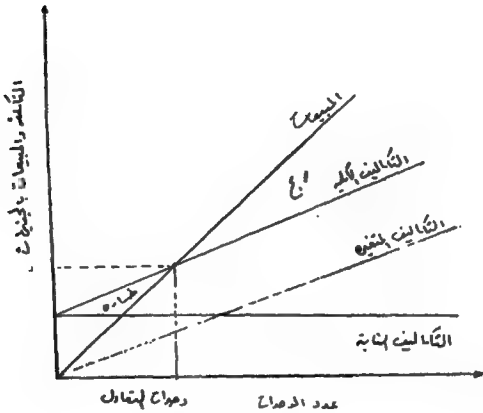
أى أن :

عدد وحدات التعادل = $\frac{\text{المصاريف الثابتة}}{\text{سعر بيع الوحدة} - \text{تكلفة الوحدة المتغيرة}}$

ويطلق على سعر بيع الوحدة - تكلفة الوحدة المتغيرة بمقدار مساهمة الوحدة للباقة فى تغطية التكاليف الثابتة ، فإذا كانت التكاليف الثابتة فى مشروع ما

٣٠.٠٠٠ جنيهًا وكالت التكاليف المتغيرة للوحدة ٨ جنيهات وسمريمع الوحدة ١٠ جنيهات أى أن مقدار مساهمة الوحدة جنيهان ، لذا فإنه يلزم بيع ١٠.٠٠٠ وحدة لتغطية التكاليف الثابتة والوصول إلى حالة التعادل .

ويمكن عرض ذلك فى الشكل التالى : $\left(\frac{٣٠.٠٠٠}{٢} = ١٥.٠٠٠ \text{ وحدة} \right)$



شكل رقم (٦ - ٣)

قد يصاغ المثال السابق بطريقة أخرى كما يلى :

التكاليف الثابتة ٣٠.٠٠٠ جنيهًا وتمثل التكاليف المتغيرة ٨.٠ / من قيمة المبيعات فما هى نقطة التعادل بالمبيعات ؟

مبيعات التبادل = ٨٠٪ من مبيعات التبادل + المصاريف الثابتة

٠. ٢٠٪ من مبيعات التبادل = للمصاريف الثابتة

٠. مبيعات التبادل = $\frac{\text{المصاريف الثابتة}}{٢٠\%}$

$$= ٢٠,٠٠٠ \times \frac{١}{٢} = ١٠,٠٠٠ \text{ جنيهًا}$$

وتسمى الـ ٢٠٪ بنسبة مساهمة جنيه للبيانات في تغطية المصاريف الثابتة

ورغم أهمية نقطة التبادل في المشروع ، إلا أن الإدارة بالمشروع قد نهتج أكثر بمعرفة رقم للبيانات اللازم لتحقيق رقم معين . وهنا يتم تحديد ذلك بطريقة مماثلة للتحليل السابق كما يلي :

سعر بيع الوحدة \times عدد الوحدات اللازمة لتحقيق الربح المطلوب
= تكلفة الوحدة للتغذية \times نفس عدد الوحدات + التكاليف الثابتة
+ الربح المرغوب .

٠. عدد الوحدات اللازم لتحقيق رقم الربح المرغوب

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{التكاليف الثابتة} + \text{الربح المرغوب}}{\text{سعر بيع الوحدة} - \text{تكلفة الوحدة للتغذية}} \\ &= \frac{\text{التكاليف الثابتة} + \text{الربح المرغوب}}{\text{نسبة للمساهمة}} \\ &= \frac{\text{التكاليف الثابتة} + \text{الربح المرغوب}}{\text{نسبة للمساهمة}} \end{aligned}$$

أو قيمة المبيعات

ولا يستخدم تحليل التبادل فقط في تحديد نقطة التبادل أو تحديد رقم المبيعات اللازمة لتحقيق ربح معين ، بل يفيد تحليل التبادل في تحديد سعر البيع اللازم لتحقيق ربح معين ، وكذا في تحديد تكلفة الوحدة المتغيرة ومستوى التكاليف الثابتة السكية المقبول من جانب إدارة المشروع في حالة التوسع أو إلغاء مشروع جديد ، كما يستخدم تحليل التبادل في المقارنة بين عدة بدائل وبالتالي يمد أساساً لاتخاذ القرارات الإدارية .

٢-٢-٣ البرامج الخطية : Linear Programming

تعتبر البرامج الخطية أكثر أدوات بحوث العمليات إستخداماً ، إذ أنها تعد أداة فعالة تستخدم في حل المشاكل الخاصة بتحديد المزيج الأمثل للإنتاج وكذا في إستخدام الموارد المتاحة (والتي عادة ما تكون محدودة) أحسن إستخدام يمكن من أجل تحقيق أقصى ربح ممكن أو من أجل تحميل المشروع أقل تكلفة ممكنة .

ويرجع إستخدام كلمة برنامج إلى أن هذا الأسلوب يصل بنا إلى الحل الأمثل على خطوات متتالية على عكس الحال في التحليل التفاضلي الذي يوصلنا إلى الحل الأمثل في خطوة واحدة ، كما يرجع إستخدام كلمة خطية إلى وجود علاقات خطية بين المتغيرات سواء كان ذلك في دالة الهدف أو في كل قيد من قيود المسألة ، ويعني ذلك أن إضافة كمية معينة من مادة عام ١ وإيكن ٢ إلى كمية أخرى من مادة عام ٢ وإيكن ٢ فإن حجم الخليط يصبح ٢ + ١ .

ومثال ذلك أيضاً إذا احتاج المنتج الأول إلى ١ ساعة تشغيل على الآلة الأولى وإذا احتاج المنتج الثاني إلى ١ ساعة تشغيل على الآلة الأولى فإن مجموع الساعات المطلوبة من الآلة الأولى يصبح ١ + ١ .

وقد تبدو هذه الخاصية بأنها معقدة وصحيحة في كل الاحوال ، إلا أن هناك علاقات كثيرة غير خطية كما هو الحال عند إضافة ٤ سم^٢ من الملح إلى ٦ سم^٢ من الماء فإن الناتج لن يصبح ١٠ سم^٢ بل قد يكون الناتج ٩ سم^٢ من لاء الملح .

ويم حل مشاكل البرامج الخطية بواسطة برامج جاهزة على الحاسبات الإلكترونية ، أما استخدام الرسم البياني في حل مشاكل البرمجة الخطية فيتم فقط في فصول الدراسة بغرض إلقاء الضوء على طريقة الحل ولتوضيح التعلق المتبع في استخدام برامج الكمبيوتر الجاهزة والتي هي في حقيقة الأمر تطبيق لأسلوب السيمبلكس Simplex في حل المشاكل الخطية .

وقد استخدمت البرامج الخطية بنجاح واسع في حل مشاكل الصناعة المختلفة مثل الصناعات القائمة على خلط عناصر مختلفة لاستخراج المنتج النهائي كما هو الحال في صناعات الأدوية والأغذية المخفوظة ومستخرجات البترول ، وكذا تستخدم في تقليل الفاقد في صناعات تقطيع الورق وكذا تقليل الفاقد في الجلود في صناعات الحفائب الجلدية وغيرها من المصنوعات الجلدية .

ويوجد حالياً برامج خاصة بالبرمجة الخطية متاحة على أجهزة كبيوتر صغيرة Mini Computers والتي تستخدم في حل المسائل الصغيرة والمتوسطة (بعد أقصى ٥٠٠ قيد و ٢٠٠ متغير أساسي) .

ولذا فإن المشكلة الرئيسية الآن لا تتمثل في طريقة الحل بل تتمثل أساساً في كيفية التعبير عن المشكلة في شكل نموذج رياضي ، وهي ليست بالمسألة السهلة في جميع الحالات بل قد تقتضى خبرة عالية من القائم بها ، كما أنها غالباً ما تتطلب تكاتف جهود مجموعة من الباحثين لوضع هذا النموذج . وفيما يلي بعض الأمثلة التي تساعد القارئ على بناء النموذج الرياضي الذي يمثل المشكلة محل الدراسة .

مثال ۶-۲-۲-۱ :

تقوم شركة لإنتاج الأجهزة المنزلية بإنتاج ثلاث أنواع من المنتجات ومنتجات كل منتج إلى نوعين من المدخلات ، المواد الخام والمالة ، وكانت السكينة المطلوبة لإنتاج الوحدة من كل نوع كما يلي :

المنتج (١)	المنتج (٢)	المنتج (٣)
٤	٤	٥
٧	٣	٦
٤	٢	٣

فإذا كانت الكمية المتاحة من المواد الخام ٢٠٠ رطل في اليوم كما أن ساعات العمل المتاحة في اليوم ١٥٠ ساعة عمل ، فاطلُوب التمييز عن المشكلة في نموذج رياضي لتحديد الكمية الواجب إنتاجها من كل صنف بما يحقق أقصى ربح ممكن ؟

ولوضع النموذج الرياضي يتم تحديد ما يلي:

١ - تحديد المتغيرات الأساسية Decision Variables والتي تمبر في هذا المثال عن عدد الوحدات الواجب إنتاجها من كل صنف .

ويذا فان :

من، تعبر عن الكمية الواجب إنتاجها يومياً من المنتج الأول .

قسم "د" د "ب" د "ا" د "ثاني".

سهم سهم سهم سهم سهم سهم سهم سهم

٢ - تحديد القيود Identifying the Constraints

وفي هذا المثال هناك قيد خاص بالمواد الخام وآخر بساعات العمل.

القيود الخاص بالمواد الخام: تحتاج الوحدة من المنتج الأول إلى ٤ رطل من اللواد الخام وبذا يكون مجموع الوحدات المطلوبة لإنتاج س_١ وحدة من المنتج الأول هو ٤ س_١ وبالمثل فإن مجموع الوحدات المطلوبة لإنتاج المنتج الثاني والثالث هو ٤ س_٢ + ٥ س_٣ على التوالي. وبذا فإن المجموع الكلي للواد الخام المطلوبة في اليوم يصبح ٤ س_١ + ٤ س_٢ + ٥ س_٣ وهو ما يجب أن يكون في حدود اللواد الخام المتاحة وهي ٢٠٠ رطل في اليوم ويعبر عن ذلك رياضياً كما يلي:

$$4S_1 + 4S_2 + 5S_3 \leq 200$$

القيود الخاص بساعات العمل: إذ أن الساعات المطلوبة هي:

$$7S_1 + 3S_2 + 6S_3 \text{ وهو ما يجب أن يكون في حدود } 150 \text{ ساعة المتاحة، أي أن}$$

$$7S_1 + 3S_2 + 6S_3 \leq 150$$

وبالإضافة إلى القيدتين السابقتين فإن للتغيرات الأساسية س_١، س_٢، س_٣ يجب أن تكون موجبة، وهو ما يسمى بشرط عدم السلبية

non-negativity restriction.

٣ - تحديد دالة الهدف Identifying the Objective Function

إذ المطلوب تنظيم الرخ من بيع هذه المنتجات وهو ما يعبر عنه كما يلي:

$$\text{تنظيم ح} = 4S_1 + 2S_2 + 3S_3$$

وبذا فإن النموذج الرياضي يصبح كما يلي:

$$\text{تصميم ح} = ٤ س١ + ٢ س٢ + ٣ س٣$$

تحت قيود

$$٤ س١ + ٤ س٢ + ٥ س٣ > ٢٠٠$$

$$٧ س١ + ٢ س٢ + ٦ س٣ > ١٥٠$$

$$٦ س١ + ٦ س٢ + ٦ س٣ \leq ٠$$

ونلاحظ هنا أنه كثيراً ما يمكن تحويل بعض العلاقات التفاضلية إلى مجموعة أخرى مثلاً من العلاقات المحلية وبالتالي يمكن إستخدام البرامج المحلية في الحل ، ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي .

$$\underline{٦ - ٢ - ٢ - ٢ : مثال :}$$

يتك مصنع ماكينة واحدة من النوع الأول وبمخس ماكينات من النوع الثاني وتستخدم هذه الماكينات في إنتاج جزئين لازمين لتكوين وحدة منتج نهائي وكان الوقت اللازم لإنتاج القطعة من كل جزء كما يلي :

الجزء (١)	ماكينة (١)	ماكينة (٢)
١	٢	٢٠
٢	٥	١٥

والمطلوب وضع التوزيع الرياضي الذي يؤدي إلى زيادة عدد الوحدات النهائية للنتيجة (كل وحدة نهائية تحتاج إلى وحدة من الجزء الأول ووحدة من الجزء الثاني) علماً بأن هناك ضرورة للاحتفاظ بقدر من التوازن في تشغيل الآلات إذ لا يسمح بأى ماكينة أن تعمل أكثر من ٢٠ دقيقة عن أى ماكينة أخرى . علماً بأن عبء التشغيل على النوع الثاني من الماكينات موزع بالقسارى على الخمس ماكينات المتاحة وأن الحد الأقصى لساعات العمل اليومية ٨ ساعات .

الحل :

نفترض س_١ = عدد الوحدات الواجب إنتاجها في اليوم من الجزء الأول .

س_٢ = " " " " " " " " " " الثاني .

وبذا فإن ساعات العمل المطلوبة على كل ماكينة من الماكينات الخمس

النوع الثاني .

$$س_١ ٢٠ + س_٢ ١٥ = ٤٠ س_١ + ٣ س_٢$$

وتكون ساعات العمل المطلوبة على النوع الأول .

$$س_١ ٢ + س_٢ ٥$$

وبذا يجب مراعاة :

$$٤٨٠ > س_١ ٢ + س_٢ ٥$$

$$٤٨٠ > س_١ ٢٠ + س_٢ ١٥$$

ولتحقيق التوازن بين الماكينات

$$٢٠ > | (س_١ ٢ + س_٢ ٥) - (س_١ ٢٠ + س_٢ ١٥) |$$

$$٢٠ > | س_١ ٢ - س_٢ ١٠ |$$

وهي علاقة غير خطية ، إلا أنه يمكن التعبير عنها خطياً بالتقريب التاليين :

$$٢٠ > س_١ ٢ - س_٢ ١٠$$

$$٢٠ > (س_١ ٢ - س_٢ ١٠)$$

ونلاحظ هنا أن التقيد الثاني يصبح قيداً زائداً إذا ما كان الطرف الأيمن

سوجباً وعلى العكس يصبح التقيد الأول قيداً زائداً إذا كان الطرف الأيمن سالباً .

ونظرا لأن وحدات المنتج النهائي لا يمكن أن تزيد عن الحد الأدنى المقترح
إنتاجه من الجزء الأول والثاني ، لذا فإن دالة الهدف تصبح :

تعظيم $Z =$ الأقل من بين (س_١ ٦ س_٢)

وهذه أيضاً علاقة غير خطية ، إلا أنه يمكن التعبير عنها بمجموعة من
العلاقات الخطية كما يلي :

افترض $S =$ الأقل من بين (س_١ ٦ س_٢)

∴ س_١ ≤ س

٦ س_٢ ≤ س

وبذا تصبح دالة الهدف :

تعظيم $Z =$ س

تحت قيود س_١ ≤ س

س_٢ ≤ س

وبذا يكون النموذج كما يلي

تعظيم $Z =$ س

تحت القيود

$$٤٨٠ > س + ٢ س٢$$

$$٤٨٠ > س٢ + ٥ س٢$$

$$٣٠ > س - ٢ س٢$$

$$٢٠ > س + ٢ س٢$$

$$٠ ≤ س$$

$$٠ ≤ س٢$$

$$٠ ≤ س٢ ٦ س ٦ س٢$$

٦ - ٢ - ٢ - ٢ الحل باستخدام الرسم البياني :

Graphical Solution of L. P.

يستخدم هذا الأسلوب لحل مسألة البرمجة الخطية في حالة وجود متغيرين أساسين أو ثلاثة متغيرات كحد أقصى ويمكن توضيح الحل في حالة وجود متغيرين أساسين كما في المثال التالي :

تقوم الشركة المصرية لصناعة الأثاث بتصنيع الأثاث الخشبية في مصانعها ويقتصر أحد هذه المصانع بإنتاج حشرات المعيشة وللطبخ والتي تمر بالمراحل الإنتاجية التالية :

المرحلة الأولى التصنيع وبها ١٠٠ ساعة عمل في اليوم

المرحلة الثانية التشطيب وبها ٧٧ " " " " "

المرحلة الثالثة الطلاء والتليج وبها ٨٠ " " " " "

وتحتاج حجرة المعيشة إلى ١٠ ساعات عمل يومياً في المرحلة الأولى

٧ " " " " " الثانية

٢ " " " " " الثالثة

ويحتاج المطبخ إلى ٢ " " " " " الأولى

٣ " " " " " الثانية

٤ " " " " " الثالثة

وتحقق لشركة ربما صافياً من بيع حجرة المعيشة قدره ١٢ جنيهات ومن

المطبخ ٣ جنيهات .

فالطوب تحديد المربع الأمثل للإنتاج بما يحدد أقصى ربح ممكن في اليوم .

الحل :

إذا جبرنا عن الوحدات المقترحة إنتاجاً من حجرات المعيشة بـ x والمطابخ بـ y تصبح المسألة .

$$\text{تعظيم قيود } 12x + 2y = 100$$

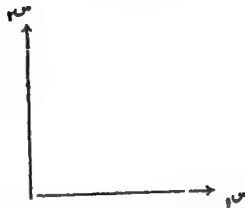
$$\text{تحت قيود } 10x + 2y = 100 > 100$$

$$7x + 2y = 77 > 77$$

$$2x + 4y = 80 > 80$$

$$x \leq 6$$

نرسم محاورين أحدهما x والثاني y كما على :



وبلاحظ أننا نرسم بالربع الموجب فقط حيث أن $x \leq 6$.

ونرسم للتباينات الثلاثة السابقة كما على :

لرسم $10x + 2y = 100 > 100$ نبدأ برسم المعادلة $10x + 2y = 100$ عند $x = 10$ وعند $y = 50$.

$100 = 10x + 2y$ ويكون عند $x = 0$ وعند $y = 50$.

- ١٥١ -

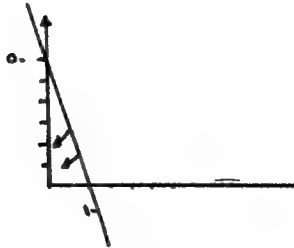
عند س_١ = ٠ نجد أن س_٢ = ١٠٠

∴ س_٢ = ٥٠

وعند س_٢ = ٠ نجد أن س_١ = ١٠٠

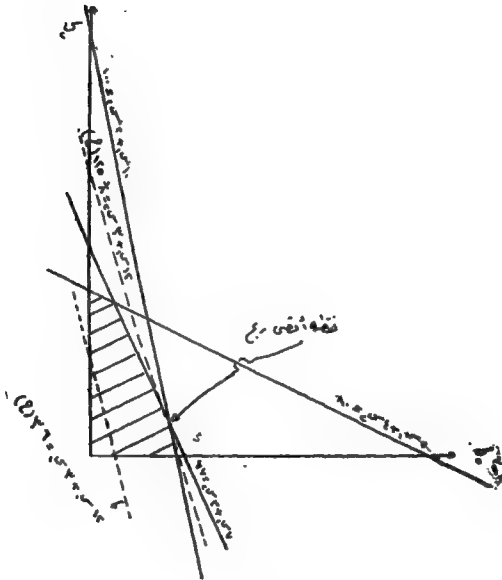
∴ س_١ = ١٠

أى (٥٠، ٠) و (٠، ١٠) ثم نحدد المنطقة الخاصة بـ س_١ + س_٢ = ١٠٠ وذلك باختيار نقطة الأصل (٠، ٠) لمعرفة ما كانت تحقق المتباينة أم لا، وبذا نحدد منطقة تحقيق المتباينة الأولى كما في شكل (٦ - ٤)، وبالمثل



شكل (٦ - ٤)

يتم رسم باقى المتباينات كما في الشكل (٦ - ٥)



شكل رقم (٥-٦)

وتمثل المساحة المظلمة منطقة الحلول الممكنة التي نختار من بينها الحل الأمثل
ونلاحظ هنا أن هناك عدد لا نهائي من البدائل المتاحة والمطلوب تحديد الحل
الأمثل، ويتم ذلك بأحد طريقتين .

١ — رسم خطوط تعبر عن دالة الهدف :

إذا افترضنا رقم ربح معين ثم يتم رسم دالة الهدف في هذا المثال نفترض
 ربح قدره ٣٦ جنباً إلى ١٢ س_١ + ٣ س_٢ = ٣٦

ولرسم هذا الخط نحدد نقطتين ليكن (١٢، ٠) و (٠، ٣) ونرسم خط الربح
 كما في الرسم :

ويوضح من الرسم أنه يمكن رسم خطوط لدالة الهدف تعبر عن ربح أكبر
 من ٣٦ جنباً إلى يميناً وتستمر في ذلك حتى يصل إلى الرقم الذي يحقق أكبر ربح
 فوق نفس الوقت يمر بالمساحة المظلة أى يمكن تنفيذه عملياً ، وهنا نجد أن هذا
 الخط هو الخط الذي يحقق ربح قدره ١٢٠ جنباً إلى ١٢ س_١ + ٣ س_٢ = ١٢٠ .

٢ — اختيار أركان المنطقة المظلة :

إذاً هناك نظرية تثبت أن الحل الأمثل سوف يتواجد دائماً في أحد
 الأركان الخاصة بمنطقة الحلول الممكنة . وبذلك فإنه يكفي لتحديد الحل الأمثل أن
 نحسب نقطة الأركان extreme points أى أنه بدلا من البحث عن الحل الأمثل
 بين عدد لا نهائى من الحلول ، يتم اختبار عدد محدود من النقاط فقط ومنه نقط
 الأركان ، وهنا يلزم أولاً تحديد إحداثيات نقاط التقاطع ويتم ذلك بحل للمعادلتين
 المتقاطعتين عند كل نقطة كما يلي :

$$(١) \quad \text{تقاطع الخطين } ٢ س_١ + ٤ س_٢ = ٨٠$$

$$(٢) \quad ٧ س_١ + ٣ س_٢ = ٧٧$$

$$(٣) \quad ٢٤٠ = ١٢ س_١ + ٣ س_٢$$

$$(٤) \quad ٢٠٨ = ١٢ س_١ + ٢٧ س_٢$$

$$٢٢.٠ = ١٨ \leftarrow ٦٨ = ١٨ \leftarrow ٢٢$$

وبالتعويض نصل إلى $١٨ \leftarrow ٢٢$ أى أن إحداثيات نقطة التقاطع
 $(١٨ \leftarrow ٢٢)$

وبالمثل تكون نقطة تقاطع الخطين

$$١٠٠ = ٢٠ + ١٠$$

$$٧٧ = ٢٠ + ١٠$$

$$٤٧ = ١٠ \leftarrow ١٠ = ١٠ \leftarrow ٤٧$$

ويتم اختيار الأركان كما يلي :

$$٠ = ٠ \times ٢ + ٠ \times ١٢ = (٠ \ ٠)$$

$$٦٠ = ٢٠ \times ٢ + ٠ \times ١٢ = (٢٠ \ ٠)$$

$$٩٢ \leftarrow ٢٢ = ١٨ \leftarrow ٢٢ \times ٢ + ٢٢ \leftarrow ٢٢ \times ١٢ = (١٨ \leftarrow ٢٢)$$

$$١٢٠ \leftarrow ٤٧ = ٤٧ \times ٢ + ١٢ \times ١٢ = (٤٧ \ ١٢)$$

$$١٢٠ = ٠ \times ٢ + ١٠ \times ١٢ = (٠ \ ١٠)$$

فتكون النقطة $(٤٧ \ ١٢)$ هي نقطة الحل الأمثل، وقد يتبادر إلى الذهن
 أن الحل الأمثل دائماً ما يكون عند نقطة تقاطع حيث يتم استغلال بجانب من
 الطاقة بالكامل، إلا أن هذا غير صحيح دائماً ففي المثال السابق إذا كان ربح الوحدة
 من سحرات المعبشة ٢ جنيه بدلاً من ٢ جنيه فإن النقطة $(٠ \ ١٠)$ تصبح هي
 نقطة الحل الأمثل.

$$٦ - ٢ - ٢ - ٢ - ٤ : مثال :$$

نفرض أن شركة النصر لصناعة التليفزيونات تقوم بإنتاج جهازين، علماً بأن

ويج الجهاز الأول ٦ وحدات وبيع الجهاز الثاني ٤ وحدات . ونحتاج إلى وحدتين من المادة الخام لإنتاج الجهاز من النوع الأول وثلاث وحدات مادة خام لإنتاج الجهاز من النوع الثاني ، كما نحتاج إلى أربع وحدات ووحدتين ساعات عمل لإنتاج الجهاز الأول والثاني كل منهما ، فإذا كانت الكمية المتاحة من المواد الخام ١٠٠ وحدة ومن ساعات العمل ١٢٠ وحدة فاهو عدد الوحدات الواجب إنتاجها من كل نوع لتعظيم الربح في ظل قيود الإنتاج السابقة ؟

الحل

يبدأ الحل بأن نعبّر عدد الوحدات الواجب إنتاجها من النوع الأول بالرمز x_1 ومن النوع الثاني بالرمز x_2 ، ونظراً لأن الشركة تحقق ربحاً صافياً ٦ وحدات لكل وحدة مباعة من النوع الأول ٤ وحدات لكل وحدة مباعة من النوع الثاني فإن دالة الهدف المطلوب تعظيمها يمكن التمييز عنها كما يلي :

$$Z = 6x_1 + 4x_2$$

عل أن تراعى القيود الخاصة بالمواد الخام وكذا ساعات العمل المتاحة والتي يمكن التمييز عنها كما يلي :

— التقيد الخاص بالمواد الخام

نحتاج الوحدة من النوع الأول إلى ٢ وحدة مادة خام أى لإنتاج x_1 وحدة من النوع الأول نحتاج $2x_1$ مادة خام وكذا لإنتاج الوحدة من النوع الثاني نحتاج إلى ٣ وحدة مادة خام أى نحتاج إلى $3x_2$ مواد خام.

وبذا فإن التقيد الخاص بالمواد الخام يصبح

$$2x_1 + 3x_2 \leq 100$$

وبالمثل التقيد الخاص بساعات العمل

$$4x_1 + 2x_2 \leq 120$$

ولتحقيق شرط عدم السلبية

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

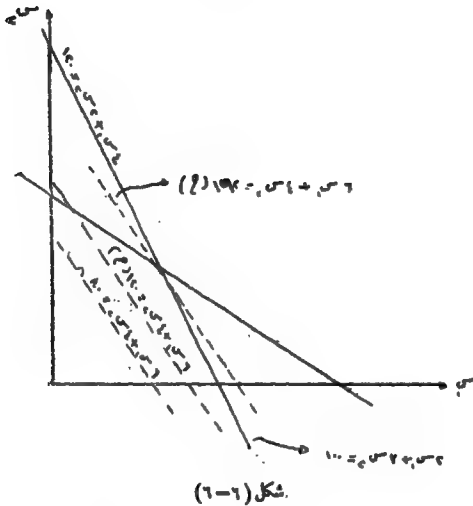
ورسم قيد الأول عن طريق رسم المعادلة $٢س + ٢س = ١٠٠$
ثم لتحديد شكل المتباينة $٢س + ٣س > ١٠٠$ يتم إختيار نقطة الأصل
لمعرفة ما إذا كانت تحقق القيد السابق أم لا وفي هذه الحالة تحد

$$١٠٠ > ٠ \times ٢ + ٠ \times ٢$$

وبالتالى فإن جميع النقط تحت الخط $٢س + ٢س = ١٠٠$

$$١٠ > ٢س + ٣س$$
 تحقق القيد

وكذا يتم رسم المتباينة الثانية $٤س + ٢س > ١٢٠$ وذلك برسم
الخط $٤س + ٢س = ١٢٠$ أولا ثم يتم إختيار نقطة الأصل
 $٤س + ٢س > ١٢٠$ وبالتالى فإن جميع النقط تحت الخط
 $٤س + ٣س = ١٠٠$ تحقق القيد $٤س + ٣س > ١٠٠$ ويتم
كذلك حصر المساحة الموجبة حيث $٠ \leq ٦س \leq ٠$ أى يتم الاهتمام
فقط بالرابع الموجب للإحداثيات $٦س$ وبلى ذلك تحديد المساحة المشتركة
التي تحقق القيود السابقة أى التي تمرر عن منطقة الحلول الممكنة إذ أن كل نقطة
تقع داخل هذه المساحة المشتركة تحقق القيود المفروضة على الحل من ناحية وتحقق
شرط عدم السلبية من ناحية أخرى ويمكن توضيح هذه المساحة المشتركة في شكل
(٦-٦) كما يلي :



وتحتوى المساحة المشتركة على عدد لا نهائى من الحلول الممكنة والتي سوف
تختار من بينها نقطة الحل الأمثل ويتم ذلك برسم خطوط ربح متوازية كما فى المثال
السابق أو عن طريق اختبار الربح المحقق فى كل ركن من أركان المساحة المظلمة
أى اختبار الربح عند النقطة (٠ ٠ ٠) (٠ ٠ ٠) (٠ ٠ ٠) (٠ ٠ ٠) وكلما
الربح عند نقطة التقاطع والتي يمكن تحديد قيمتها بحل المعادلتين :

— ١٥٨ —

$$١٠٠ = ٣س٢ + ١س٢$$

$$١٢٠ = ٢س٢ + ١س٤$$

كما يلي :

نضرب المعادلة الأولى في ٢ ونجمع النتيجة على المعادلة الثانية كما يلي :

$$٢٠٠ = ٦س٢ + ٢س٢$$

$$١٢٠ = ٢س٢ + ١س٤$$

$$٢٠ = ٤س٢$$

وبالتعويض في المعادلة الأولى نجد أن :

$$٢٠ = ٤س٢$$

أي أن نقطة التقاطع في النقطة (٢٠ ٤٠) .

وباختيار نقط الأركان السابقة يتبين لنا أن نقطة التقاطع هي نقطة الحل الأمثل كما يلي :

$$٠ = ٠ \times ٤ + ٠ \times ٦ = (٠ ٠)$$

$$١٢٢,٣ = ٤٠ \times ٤ + ٠ \times ٦ = (٤٠ ٠)$$

$$٢٠٠ = ٢٠ \times ٤ + ٢٠ \times ٦ = (٢٠ ٢٠)$$

$$١٨٠ = ٠ \times ٤ + ٣٠ \times ٦ = (٠ ٣٠)$$

∴ نقطة التقاطع تحقق أقصى ربح وقدره ٢٠٠ وحدة

٦-٢-٥ مثال :

نفرض في المثال السابق أن دالة الربح كانت كما يلي :

$$ح = ٤س١ + ٦س٢$$

فما هي نقطة الحل الأمثل ؟

الحصل :

تكون المساحة المظلة كما في المثال السابق تماماً ، وباختيار الأركان يتبين لنا ما يلي :

$$0 = 0 \times 1 + 0 \times 4 = (0 \ 6 \ 0)$$

$$700 = 1 \times 1 + 0 \times 4 = (1 \ 6 \ 0)$$

$$200 = 2 \times 1 + 0 \times 4 = (2 \ 6 \ 0)$$

$$120 = 0 \times 1 + 3 \times 4 = (0 \ 6 \ 3)$$

أى أن الربح الأقصى يتحقق عند النقطتين (١ ٦ ٠) و (٢ ٦ ٠) ويرجع السبب في ذلك إلى تطابق خط الربح مع الخط ٢ س_١ + ٣ س_٢ = ١٠٠ وبذا فإن أى من النقطتين وكذا أى نقطة واقعة على الخط الواصل بينهما تحقق الحد الأقصى للربح وقدره ٢٠٠ وحدة .

١-٢-٢ - طريقة السبيلكس Simplex Method :

في حالة زيادة عدد للمتغيرات عن ٣ فإنه يستحيل رسمها بيانياً وبالتالي لا يمكن حل المسألة عن طريق الرسم البياني ، لذا تظهر الحاجة إلى ضرورة اللجوء إلى الحل الجبري . ولذا كخطوة أولى يبدأ بتحويل المتباينات السابقة إلى معدلات عن طريق إضافة متغيرات مكملة Slack Variables فيصبح لدينا عدد من المعادلات ليكن س_٣ معادلة وعدد من المتغيرات عددها س_٤ + س_٥ وبالتالي فإن عدد الحلول الممكنة لمثل هذا النظام الجبري هو عدد لا نهائي من الحلول . ولذا تظهر الحاجة إلى إيجاد أسلوب يعمل على الوصول إلى الحل الأمثل في عدد محدود من المحاولات ، وهنا تظهر أهمية أسلوب الـ Simplex الذي يقوم على الخطوات التالية :

— أن منطقة الحلول للمكنة هي Convex Set.

— أن كل ركن من أركان الـ Convex Set يمكن تمثيله بمحل أساسي.
Basic Solution

— أن الحل الأمثل يوجد عند ركن من أركان الـ Convex set أى يوجد بين أحد الحلول الأساسية .

وبالتالى تقوم طريقة السمبلكس على اختبار هذه الحلول الأساسية فقط ويتم ذلك فى الخطوات التالية :

١ — أن نضع m متغير مساوياً للصفر وبذا تصبح أمام نظام جبرى مكون من m معادلة تحتوى على m مجهول، فإذا كانت هذه المجاهيل مستقلة عن بعضها البعض (وهو دائماً صحيح فى حالة فرض متغيرات الحل الأساسية مساوية للقيمة صفر) ، فإنة يمكن الوصول إلى حل وحيد وهو ما يسمى بالحل الأساسى وبذا نحصل عدد الحلول الأساسية إلى $(m+n)$ م

$$\frac{(m+n)!}{m!n!}$$
 وبذا نكون أمام عدد محدود من محلول الأساسية بدلا من العدد اللانهاى فى منطقة الحلول للمكنة .

٢ — أن الحلول الأساسية السابقة ليست بالضرورة حلا ممكنة وإنما قد تحتوى على قيم سالبة ، لذا يقوم أسلوب السمبلكس بتخفيض هذه الحلول إلى الحلول الأساسية الممكنة feasible basic solution وذلك باستبدال ما يسمى بشرط الإمكانية Feasibility Condition .

٣ — تضمن طريقة السمبلكس الانتقال من حل أساسى ممكن إلى حل

أساسي آخر ويمكن كما يحقق ربحية أعلى من الحل السابق ، وذلك بإختيار المتغير الذي يدخل الحل وفقاً لشرط الربحية *Optimality Condition* وعلى هذا الأساس فإن أسلوب السمبلكس أسلوب تنابعي ، إذا يبدأ بحل أساسي ممكن ثم ينتقل في عدد محدود من المحاولات إلى الحل الأمثل ، وهو بذلك يختلف عن طرق التفاضل التي تمكن من إيجاد النقطة العظمى مباشرة ، وإذا كان للمتغير الذي يدخل الحل لا يخرج مرة أخرى كان معنى ذلك أن الحد الأقصى لعدد الحلول التي نختبرها هو ص مرة إلا أنه لا يوجد حق الآن أي ضمان بأن المتغير الذي يدخل الحل لن يخرج مرة أخرى ، بل قد يخرج المتغير في الجدول التالي للجدول الذي دخل فيه مباشرة .

وبين هنا أننا نتناول هذا الموضوع مع شرح تفصيل للنظريات الرياضية المستخدمة في كتاب مقدمة في بحوث العمليات ولكنني بالقدر السابق في هذا الصدد .

٦ - ٢ جدول برامج الإنتاج *Sequencing & Scheduling* .

تقصد بجدولة برامج الإنتاج عملية تخصيص وتوجيه عناصر الإنتاج المتاحة في الفترات المقبلة بالشكل الذي يؤدي إلى أداء مجموعة الأعمال المتوقعة ، أي تحديد البرنامج الزمني لتنفيذ الأوامر المستقبلية عن طريق تخصيص وتوجيه الموارد المتاحة لأداء هذه الأوامر وفقاً لترتيب زمني يتم تحديده .

ولا شك أن الحاجة إلى جدولة برامج الإنتاج هذه تظهر كمرحلة لاحقة لمرحلة تحديد تشكيلة المنتجات وتحديد الحجم الأمثل للإنتاج ، وكذا توفير المواد والمهارات اللازمة للإنتاج ، إذ لا يمكن القيام بجدولة الإنتاج إذا لم يكن هناك صورة واضحة لدى الإدارة في المشروع عن نوع المنتجات وكمياتها والموارد اللازمة للإنتاج وكيفية الحصول عليها .

إلا أنه من الناحية العملية لا يمكن أن نفترض دائماً أن مرحلة جدولة الإنتاج تبدأ بإنتهاء المراحل السابقة ، إذ أن هناك تداخلاً وتشابكاً بين العمليات المختلفة ، فقد يقوم مخطط الإنتاج بتحديد الأعمال التي يجب القيام بها وكذا تحديد الموارد التي سوف تستخدم في تنفيذها ، ثم يقوم القائم بجدوله الأوامر في ضوء المعلومات السابقة في وضع البرنامج الزمني المناسب وعرضه على مخطط الإنتاج ، وهنا قد يقوم هذا الأخير بإجراء بعض التعديلات في مخطط الإنتاج حتى يمكن تعديل البرنامج الزمني للتنفيذ إذا ما تبين عدم ملائمة برنامج التنفيذ الزمني لحاجة المشروع ، فقد يتم إجراء تعديلات في المهام الإنتاجية أو إجراء تغييرات في عناصر الإنتاج وهكذا يستمر التفاعل بين مخطط الإنتاج وواضع جداول الإنتاج الزمنية حتى ينتهي الأمر إلى تحديد المهام الإنتاجية ومصادر الإنتاج المستخدمة والترتيب الزمني لتنفيذ هذه المهام الإنتاجية باستخدام هذه المصادر المتاحة .

إلا أننا نشير في هذا الصدد إلى أن القرارات الإنتاجية الخاصة بتحديد المنتجات وكمياتها وكذا المصادر الإنتاجية تعد بمثابة خط عام يحدد مسار المشروع لأجل طويل ، وبالتالي فإنه بمجرد الإنتهاء من تحديدها وما قد يتطلبه ذلك كما سبق من معرفة برامج الجدولة الممكنة ، فإنها تصبح بعد ذلك ملزمة لواقع البرامج الزمنية للإنتاج وعليه أن يعمل في إطارها لمحدد زمنية طويلة نسبياً .

وتتم عملية وضع البرنامج الزمني في مجموعة من الخطوات التي تكون نظاماً متكامل يوصلنا إلى قرار الجدولة وذلك كما يلي :

١ - بناء النموذج وما يقتضيه ذلك من دراسة وتحديد المشكلة مع تحديد حواضن الهدف أو المقياس الذي سوف يتخذ كأساس لتقييم القرارات المختلفة

بالخاصة بالجدولة ، ولا يعد هذا بالأمر السهل دائماً ، إلا أننا لا نتوقع الوصول إلى قرارات سليمة إذا لم يكن هناك تحديد واضح للهدف الذى نسعى إلى تحقيقه.

٢ — تحليل المشكلة والدخول فى تفاصيل العلاقات بين عناصرها المختلفة ، وذلك بقصد تحديد معالم المشكلة ومتغيراتها والقيود التى يجب مراعاتها عند اتخاذ القرار .

٣ — ثم على ذلك الوصول إلى مجموعة الحلول الممكنة التى يمكن الاختيار من بينها .

٤ — وأخيراً يتم تقييم هذه الحلول الممكنة واختيار أنسبها للشروع وبالشكل الذى يحقق أهداف المشروع التى وضعت فى بادئ الأمر .

ونشير هنا إلى أن نظرية الجدولة الزمنية ، تهتم أساساً بدراسة التطور فى بناء النماذج الرياضية وأساليب حل هذه النماذج ، إذ تهتم الدراسات فى هذا الصدد أساساً بالإتجاه الكيفى فى التعبير عن المشكلة فى شكل رياضى وذلك بترجمة الهدف الذى نسعى إلى تحقيقه إلى دالة رياضية مع بيان القيود المفروضة على تعظيم دالة الهدف هذه فى شكل مجموعة من المعادلات الرياضية .

وطادة ما تتعوى دالة الهدف على التكاليف المتسلقة بالجدولة الزمنية ، إلا أن قياس هذه التكاليف ليس بالأمر السهل فى كل الأحوال ، وهو ما هناك ثلاث أهداف عادة ما تتخذ كأساس لتقييم البرنامج الزمنى بالجدولة .

١ — الاستخدام الأمثل لعناصر الإنتاج المتاحة ، ويتم قياسها بساعات التشغيل المعاطة للآلات .

٢ — مدى الإلتزام بمواعيد تنفيذ طلبات الإنتاج ، ويتم قياس ذلك زمن التأخير الذى يحدث فى مواعيد تصنيع هذه الطلبات .

٣ — الإستجابة السريعة للطلب ، ويتم قياسها بوقت الإنتظار لكل طلبية

أما فيما يتعلق بالمعادلات الرياضية للعبارة ضمن القيود للفروضة على الحل، فعاد ما نمر عن نوعين من القيود ، الأولى خاصة بوجود حدود لطاقة العناصر الإنتاجية المتاحة ، والثانية خاصة بوجود بعض القيود الفنية التي قد تحد من قدرة الإدارة في تحديد تسلسل تصنيع أوامر الإنتاج .

ومن ثم فإن حل مثل هذه النماذج الخاصة بالجدولة الزمنية ، يتمثل في الإجابة على السؤالين التاليين :

— ما هو المصدر أو المصادر الإنتاجية المستخدمة في تنفيذ كل أمر إنتاجي ؟

— متى يتم تنفيذ الأمر الإنتاجي ؟

أى أن هناك قرارات تتعلق بتخصيص مصادر الإنتاج المتاحة على الأوامر الإنتاجية ، وقرارات أخرى تتعلق بالتتابع الزمني اللازم لتنفيذ هذه الأوامر الإنتاجية.

وسوف نتناول في نهاية هذا الفصل أحد النماذج الرياضية المتعلقة بتخصيص مصادر الإنتاج المتاحة على أوامر الإنتاج على أننا سنهتم حالياً بدراسة الحالات الخاصة بوجود تتابع زمني.

ويتوقف إختيار النموذج الملائم لحل المسألة على درجة التعقيد فيها ، فقد تتحوى المسألة على عنصر إنتاجي واحد أو عدة عناصر إنتاجية ، وقد تتناول أوامر الإنتاج من فترة إلى أخرى أى يتميز النموذج بالسكون Static ، أو قد تظهر أوامر إنتاج جديدة بمرور الوقت أى يتميز النموذج بالحركة Dynamic .

وسوف نبين فيما يلي بعض هذه النماذج والتي تعمل على الإستخدام الأمثل

لعناصر الإنتاج المتاحة وذلك عن طريق تقليل الساعات العاطلة الخاصة بتشغيل كل آلة ونعرف هذه الفماذج بفماذج الترتيب حيث يتحدد فيها البرنامج الزمني بالكامل بمجرد معرفة ترتيب تنفيذ هذه الأوامر ، ولا يقتصر استخدام هذه الطرق في ترتيب الأوامر الإنتاجية فقط وإنما يمكن استخدامها في حالات كثيرة ، ناهية .

٦-٣-١ نموذج الترتيب في حالة وجود آلتين :

نفترض في هذا النموذج أنه يلزم لتصنيع كل أمر إنتاجي أن يمر أولاً على الآلة الأولى ثم الآلة الثانية ، فإذا كان هناك عدد من الأوامر عندما به . فيعمل النموذج على تحديد الترتيب الأمثل لهذه الأوامر بالشكل الذي يؤدي إلى تقليل الوقت الكلي المتفقى بين بداية تنفيذ الأمر الإنتاجي الأول على الآلة الأولى ونهاية تنفيذ الأمر الإنتاجي الأخير على الآلة الثانية ويقوم هذا النموذج على افتراض معرفة ما يلي :

١ - أن الوقت اللازم لتشغيل كل أمر إنتاجي معلوم مقدماً .

٢ - أنه بمجرد الانتهاء من تشغيل الأمر الإنتاجي على الآلة الأولى ، يتم تشغيل الأمر الإنتاجي على الآلة الثانية مباشرة وذلك في حاله وجود آله بدون تعطيل ، أو أن يتم إلحاق الأمر الإنتاجي إلى صف الإنتظار للآلة الثانية في حاله استخدامها بواسطة أوامر إنتاج سابقة على أمر التشغيل .

وعلى هذا الأساس إذا كان ترتيب تصنيع الأمر الإنتاجي له على الآلة الأولى هو الأمر الإنتاجي السابع مثلاً ، فإن ترتيب تنفيذ نفس الأمر على الآلة الثانية يكون هو الأمر السابع أيضاً وسواء تم تشغيله مباشرة على الآلة الثانية . أو بعد إنتظاره في صف الإنتظار الخامس بها ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي :

٦-٣-١-١ مثال :

نفترض أن هناك ١٠ أوامر إنتاجية يلزم لتصنيعها المرور على آلتين ١ و ٢
وكان الوقت اللازم لتصنيع كل من هذه الأوامر العشرة على كل آلة من
الآلتين كما على:

جدول (٦-٢)

الآلة ٢	الآلة ١	الأمر الإنتاجي
٤	٢٠	١
١٢	١٠	٢
٥	٣	٣
٨	١٠	٤
٦	٥	٥
١٢	٢	٦
٤	٨	٧
١٠	٧	٨
٦	٣	٩
١	٤	١٠

والمطلوب تحديد الترتيب الأمثل للأوامر الإنتاجية الذي يؤدي إلى تقليل الوقت

الكل للتعنى بين بداية تنفيذ الأمر الإنتاجى الأول على آلة الأولى ونهاية تنفيذ الأمر الإنتاجى الأخير على الآلة الثانية .

ويمكن فيما يلى بيان الوقت الخاص ببداية ونهاية تنفيذ كل أمر من أوامر الإنتاج على كل من الآلة الأولى والثانية ، وذلك وفقاً لترتيب الحال أى

١-٢-٣-٤-٥-٦-٧-٨-٩-١٠

. جدول (٦-٣)

الامر الإنتاجى	آلة الأولى		آلة الثانية		وقت المعطى على الآلة الثانية
	وقت البدء	وقت الإنتهاء	وقت البدء	وقت الإنتهاء	
١	٠	٢٠	٢٠	٢٤	٢٠
٢	٢٠	٢٠	٢٠	٤٢	٦
٣	٣٠	٣٣	٤٢	٤٧	٠
٤	٣٣	٤٣	٤٧	٥٥	٠
٥	٤٣	٤٨	٥٥	٦١	٠
٦	٤٨	٥٠	٦١	٧٣	٠
٧	٥٠	٥٨	٧٣	٧٧	٠
٨	٥٨	٦٥	٧٧	٨٧	٠
٩	٦٥	٦٨	٨٧	٩٢	٠
١٠	٦٨	٧٢	٩٢	٩٤	٠

وتمثل وقت المعطى الخاص بالآلة الأولى في الفرق بين وقت الإنتهاء من تنفيذ الأمر الإنتاجى العاشر على الآلة الثانية ووقت الإنتهاء من إنتاجة على الآلة

الاولى أى ٩، ٧٢ = ٢٢ ، أما وقت المعطل على الآلة الثانية فيمكن حسابه
فيما يلي :

وقت المعطل على الآلة الثانية = الوقت الخاص يبدأ تشغيل أول أمر على
الآلة الثانية + $\frac{١٠}{٢}$ (وقت بداية الأمر الإنتاجى رقم ك - وقت انتهاء
ك = ٢ الأمر الإنتاجى رقم (ك - ١) على الآلة الثانية)
 $٢٠ + ٦ + ٠ + ٠ + ٠ + ٠ + ٠ + ٠ = ٢٦$

وهنا يثار سؤال حول مدى إمكانية إيجاد ترتيب معين لهذه الأوامر الإنتاجية
من شأنه تقليل وقت التشغيل على الآلتين ؟ وللإجابة على ذلك تتبع الخطوات
التالية :

١ - نختار أقل وقت تشغيل أمر إنتاجى سواء كان هذا الوقت الأقل
خاص بتشغيل الأمر على الآلة الأولى أو الثانية .

٢ - إذا كان هذا الوقت الأقل خاص بالآلة الأولى ، ضع الأمر الإنتاجى
فى بداية الترتيب ، أما إذا كان هذا الوقت الأقل خاص بالآلة الثانية ، ضع الأمر
الإنتاجى فى نهاية الترتيب .

٣ - أ حذف الأمر الإنتاجى الذى تم ترتيبه .

٤ - تكرر الخطوات ١ ، ٢ ، ٣ حتى يتم ترتيب باقى الأوامر الإنتاجية .

ويمكن تطبيق هذه الخطوات على المثال السابق كما يلي :

بالنظر إلى جدول (٦ - ٢) نجد أن أقل وقت التشغيل هو الوقت الخاص بالأمر
الإنتاجى العاشر على الآلة الثانية (م) ، وعلى هذا الأساس يتم ترتيب الأمر
الإنتاجى العاشر كآخر أمر فى الترتيب ، ويتم حذف هذا الأمر .

بعد حذف الأمر الإنتاجى العاشر ، نجد أن أقل وقت التشغيل هو الوقت

الخاص بالامر الانتاجى السادس ، إذ يحتاج تشغيل هذا الامر ساعتين عمل على الآلة (١) ولذا يتم وضع الامر (٦) فى بداية الترتيب ، ثم يتم حذف هذا الامر .

بعد حذف الامر الإنتاجى السادس ، نجد أن أقل وقت للتشغيل هو ساعات ويخص الامر رقم (٣) ، (٩) ونظراً لأن كلاهما على الآلة (١) ، لذا يتم اختيار أحدهما ليوضح أولاً فى الترتيب ثم يليه الامر الثانى مباشرة وليسكن الامر الثالث ثم التاسع .

بعد حذف الامر الانتاجى (٣) ، (٩) ، نجد أن أقل وقت للتشغيل هو ٤ ساعات على الآلة الثانية (ب) ويخص الامر الإنتاجى الاول والسابع ولذا يتم وضعهما فى نهاية الترتيب أى قبل الامر العاشر مباشرة ، وهكذا يستمر فى تكرار خطوات الترتيب السابقة حتى يتم ترتيب كل الازامر الإنتاجية العشرة .

وهنا نصل إلى أحد الحلول الاربعة البديلة التالية :

١٠-٧-١-٤-٢-٨-٥-٩-٣-٦

١٠-٧-١-٤-٢-٨-٥-٣-٩-٦

١٠-١-٧-٤-٢-٨-٥-٩-٣-٦

١٠-١-٧-٤-٢-٨-٥-٣-٩-٦

ويمد أى حل من الحلول الاربعة السابقة بمثابة حل أمثل وذلك من حيث العمل على تقليل الوقت اللازم لتشغيل على الآتين .

ويمكن بيان الوقت الخاص ببداية ونهاية تنفيذ كل أمر من أوامر الإنتاج على كل من الآلة الاولى والثانية وفقاً للحل الأمثل الاول (١٠-٧-١-٤-٢-٨-٥-٩-٣-٦) وذلك كما فى جدول (٦-٤) .

جدول (٦ - ٤)

الامر الإنتاجي	الآلة الأولى		الآلة الثانية		وقت العطل على الآلة الثانية
	وقت البدا	وقت الإنهاء	وقت البدا	وقت الإنهاء	
٦	٠	٢	٢	١٤	٢
٢	٢	٥	١٤	١٩	٠
٩	٥	٨	١٩	٢٥	٠
٥	٨	١٣	٢٥	٣١	٠
٨	١٣	٢٠	٣١	٤١	٠
٢	٢٠	٣٠	٤١	٥٣	٠
٤	٣٠	٤٠	٥٣	٦١	٠
١	٤٠	٦٠	٦١	٦٥	٠
٧	٦٠	٦٨	٦٨	٧٢	٣
١٠	٦٨	٧٢	٧٢	٧٣	٠

ووفقاً لهذا الترتيب نجد أن الوقت الكلي المتقضى لتشغيل العشرة أوامر إنتاجية على الآلتين قد انخفض من ٩٥ ساعة إلى ٧٣ ساعة فقط وهو ما يعادل ٢٢٪ تخفيض في وقت التشغيل ($100 \times \frac{22}{100} = 22\%$) ، وبالمثل قد انخفض وقت العطل على كل من الآلة الأولى والثانية إذ انخفض من ٧٣ ساعة إلى ساعة واحدة على الأولى ومن ٢٦ ساعة إلى ٥ ساعات على الآلة الثانية .

٦-٣-١-٢ مثال :

يستلم مصنع الإصلاحات العامة يومياً مجموعة من الأدوات المنزلية المطلوب إصلاحها والتي عادة ما تحتاج إلى يوم واحد تشغيل . وقد دلت الخبرة السابقة على

أن للصنع يستطيع مواجهة طلبات العملاء هذه وإن تطلب ذلك تشغيل العاملين لساعات عمل إضافية .

وقد بحثت مديرية المشروع والتي حصلت على بعض كورسات بحوث عمليات في كلية التجارة جامعة القاهرة إمكانية تلبية الطلبات دون حاجة إلى دفع مبالغ كبيرة لمواجهة ساعات العمل الإضافية .

ويمثل بالشركة عامل ماهر له خبرة طويلة في تحديد الجزء المطلوب إصلاحه ويتقاضى ٥٠ ج في الساعة وبالإضافة إلى ذلك يوجد عامل آخر يقوم بالإصلاح ويتقاضى ٢٥ ج في الساعة . وبدراسة سجلات الأجور في السنة شهور السابقة وجدت المديرية أنها قد دفعت ٤٤٥,٢٥١ ج مقابل ساعات العمل الإضافية ، إذ تحسب الساعة الإضافية بساعة ونصف وذلك كما يلي :

(١٨٩ ساعة عمل إضافية $\times \frac{3}{4} \times ٥٠$) للعامل الأول =

(٢٩٢ ساعة عمل إضافية $\times \frac{3}{4} \times ٢٥$) للعامل الثاني = ٢٥١,٤٤ ج =

وهنا أعتقد المديرية أنها تفقد جانب من الأرباح بسبب هذه الأجور الإضافية ، ولذا قررت استخدام ما تعرفه من علم بحوث العمليات في إعادة ترتيب تنفيذ الأوامر اليومية بالشكل الذي يؤدي إلى تنفيذ الجانب الأكبر من أعمال الإصلاح اليومية في أوقات العمل الأصلية ودون ما حاجة إلى ساعات العمل الإضافية .

ويتمثل الوضع الحالي في اختيار الأدوات المتولية المطلوب إصلاحها بواسطة العامل الأول وذلك وفقاً للتصنيف في جدول (٦ - ٥) .

جدول (٦ - ٥)

رقم الصنف	إسم الصنف	العدد	الوقت اللازم	وقت إصلاح
		من	لتحديد العطل	
		كل صنف	بالدقائق	المطل بالدقائق
١	مكواه (نوع ١)	٨	١٧	١٥
٢	توسر (نوع ١)	٥	١٢	٢٠
٣	راديو	٤	٢٠	٢٥
٤	خلاط	٦	١٦	١٢
٥	مكواه (نوع ب)	٣	١٠	٨
٦	توسر (نوع ب)	٤	١٤	١٢
٧	مكنسة كهربائية	٦	١٥	١٠
٨	سكينة كهربائية	٣	٦	١١

وبعد تحديد نوع العطل يتم تحويل الصنف مباشرة إلى عامل الإصلاح، الذي يتولى إجراء الإصلاح مباشرة في حالة عدم وجود أجزاء سابقة تحت الإصلاح أو يتم إلحاق الصنف المختبر بصف الانتظار في حاله لإشغال عامل الإصلاح في إصلاح أصناف موجودة من قبل . كما يراعى أن ترتيب إصلاح الأصناف هو بنفس الترتيب الذي روعي في إكتشاف العطل الخاص بهذه الأصناف .

ويبين جدول (٦ - ٥) السابق العدد الوارد في اليوم الواحد من كل صنف والوقت اللازم لإكتشاف وإصلاح الأعطال بالدقائق . وهنا إذا تم إصلاح الأصناف وفقاً للترتيب الوارد في جدول (٦ - ٥) أى يتم إكتشاف الأعطال الخاصة بالثمان مكاهى نوع (١) ثم الحسة وحدات توسر نوع (١) ثم الأربع وحدات راديو ... وهكذا ، فإن العامل الماهر المختص بتحديد العطل سوف يعمل ٥٦٦ دقيقة أى ٩،٤٣ ساعة بينما يعمل عامل الإصلاح ٩١ دقيقة أى ١،٥٨ ساعة وذلك كما في جدول (٦ - ٦) فإذا كانت ساعات العمل اليومية

هي ٨ ساعات كان معنى ذلك أن العامل الماهر سوف يعمل ساعات إضافية ١٥٤٣٣ وبتكلفة قدرها ١٥٤٣٣ × ١٥ × ١٥ = ١٥٠٧ ج كما أن عامل الإصلاح سوف يعمل ١٥٨ ساعة عمل إضافية بتكلفة قدرها ١٥٧٥ × ١٥ × ٢٥ = ٦٩ وج

وقد يبدو بديها أنه من المفضل تخفيض عامل الإصلاح بسرعة قدر الإمكان دون حاجة إلى إبقائه مدة طويلة بلا عمل مع وضع الأصناف التي تحتاج إلى وقت إصلاح بسيط في نهاية الترتيب حتى يمكن لمعامل الإصلاح من الانتهاء من عمليات الإصلاح بعد وقت قصير من انتهاء العامل الماهر من تحديد أعطال الأصناف المختلفة .

ولتحديد هذا الترتيب الأمثل للأصناف سوف نتعامل حالياً وجود عدد من الوحدات من كل صنف ، فبالنظر إلى جدول (٦ - ٦) نجد أن السكينة الكهربائية تحتاج إلى أقل وقت وهي ٦ دقائق لإكتشاف العطل ، ولذا يتم وضع الثلاث وحدات من السكينة الكهربائية في بداية الترتيب ، وبإل ذلك الوقت الخاص بإصلاح المكواة نوح دب، إذ تحتاج الوحدة إلى ٨ دقائق ، ولذا نضع الثلاث وحدات الخاصة بالمكواة نوح دب، في نهاية الترتيب .

وبتكرار الخطوات السابقة نصل إلى الترتيب الأمثل التالي :

أولاً : الثلاث وحدات من السكينة الكهربائية :

ثانياً : الخمس وحدات من التوستر (نوع ٤) .

ثالثاً : الأربع وحدات راديو .

رابعاً : الثمان وحدات مكواه (نوع ١) .

خامساً : الستة وحدات خلاط .

جدول (٦ - ٦)

وقت العطل بالنسبة	إصلاح العطل		تحديد العطل		الصف
	وقت الإبتداء	وقت الإنتهاء	وقت الإبتداء	وقت الإنتهاء	
لعامل الإصلاح					
١٧	٣٢	١٧	١٧	٠	١
٢	٤٩	٣٤	٢٤	١٧	١
٣	٦٦	٥١	٥١	٢٤	١
٤	٨٣	٦٨	٦٨	٥١	١
٥	١٠٠	٨٥	٨٥	٦٨	١
٦	١١٧	١٠٢	١٠٢	٨٥	١
٧	١٣٤	١١٩	١١٩	١٠٢	١
٨	١٥١	١٢٦	١٣٦	١١٩	٢
٩	١٧١	١٥١	١٤٨	١٣٦	٢
١٠	١٩١	١٧١	١٦٠	١٤٨	٢
١١	٢١١	١٩١	١٧٢	١٦٠	٢
١٢	٢٣١	٢١١	١٨٤	١٧٢	٢
١٣	٢٥١	٢٣١	١٩٦	١٨٤	٢
١٤	٢٧٦	٢٥١	٢١٦	١٩٦	٣
١٥	٣٠١	٢٧٦	٢٣٦	٢١٦	٣
١٦	٣٢٦	٣٠١	٢٥٦	٢٣٦	٣
١٧	٣٥١	٣٢٦	٢٧٦	٢٥٦	٣
١٨	٣٦٣	٣٥١	٢٩٢	٢٧٦	٤
١٩	٣٧٥	٣٦٣	٣٠٨	٢٩٢	٤
٢٠	٣٨٧	٣٧٥	٣٢٤	٣٠٨	٤

المنت	تعدد المثل		إصلاح المثل		وقت المثل بالنسبة
	وقت	وقت	وقت	وقت	
	الابتداء	الانتهاء	الابتداء	الانتهاء	لعامل الإصلاح
٤	٢٢٤	٣٤٠	٢٨٧	٣٩٩	٠
٤	٣٤٠	٣٥٦	٣٩٩	٤١١	٠
٤.	٣٥٦	٣٧٢	٤١١	٤٢٣	٠
٥٠	٣٧٢	٣٨٢	٤٢٣	٤٣١	٠
٥٠	٣٨٢	٣٩٢	٤٣١	٤٣٩	٠
٥٠	٣٩٢	٤٠٢	٤٣٩	٤٤٧	٠
٦.	٤٠٢	٤١٦	٤٤٧	٤٥٩	٠
٦	٤١٦	٤٣٠	٤٥٩	٤٧١	٠
٦.	٤٣٠	٤٤٤	٤٧١	٤٨٣	٠
٦	٤٤٤	٤٥٨	٤٨٣	٤٩٥	٠
٧	٤٥٨	٤٧٢	٤٩٥	٥٠٥	٠
٧	٤٧٢	٤٨٨	٥٠٥	٥١٥	٠
٧	٤٨٨	٥٠٣	٥١٥	٥٢٥	٠
٧٠	٥٠٣	٥١٨	٥٢٥	٥٣٥	٠
٧٠	٥١٨	٥٣٣	٥٣٥	٥٤٥	٠
٧٠	٥٣٣	٥٤٨	٥٤٨	٥٥٨	٢
٨	٥٤٨	٥٥٤	٥٥٨	٥٦٩	٠
٨.	٥٥٤	٥٦٠	٥٦٩	٥٨٠	٠
٨.	٥٦٠	٥٦٦	٥٨٠	٥٩١	٠

المجموع ٢٤

سادساً : الأربع وحدات من التوسر (نوع ب)

سابعاً : الستة وحدات مكسة كهربائية

ثامناً : الثلاث وحدات مكواه (نوع ب)

ويؤدى هذا الترتيب الأمثل إلى تشغيل العامل الماهر بنفس القدر من الوقت وهو ٥٦٦ دقيقة أى ٩٤٤ ساعة ، بينما ينخفض وقت المعطل للعامل الثانى من ٣٤ دقيقة فى اليوم إلى ١٧ دقيقة فى اليوم ، إذ وفقاً لهذا الترتيب يعمل عامل الإصلاح ٥٧٤ دقيقة فى اليوم أى ٩٥٦٦ ساعة وهو ما يؤدى إلى توفير حشيل فى وقت تشغيل عامل الإصلاح (١٧ دقيقة فى اليوم) أى يؤدى إلى وفر قدره ٣٦٨ ج فى العام ، إلا أن هذا المبلغ يتضاعف إذا ما ارتفع اجر عامل الإصلاح من ٢٥ ج إلى ٥٠ ج إذ أن هذا الرقم الأخير يقترب من معدلات الأجور الجارية حالياً .

ويوضح جدول (٦ - ٧) وقت التشغيل للعامل الماهر وعامل الإصلاح وفقاً لجدول الترتيب الأمثل .

الصف	تحديد المثل		إصلاح المثل		وقت المثل
	وقت	وقت	وقت	وقت	بالنسبة
	الابتداء	الانتهاء	الابتداء	الانتهاء	لعامل الإصلاح
٨	٠	٦	٦	١٧	٦
٨	٦	١٢	١٧	٢٨	٠
٨	١٢	١٨	٢٨	٣٩	٠
٢	١٨	٣٠	٣٩	٥٩	٠
٢	٣٠	٤٢	٥٩	٧٩	٠
٢	٤٢	٥٤	٧٩	٩٩	٠
٢	٥٤	٦٦	٩٩	١١٩	٠
٢	٦٦	٧٨	١١٩	١٣٩	٠
٣	٧٨	٩٨	١٣٩	١٦٤	٠
٣	٩٨	١١٨	١٦٤	١٨٩	٠
٣	١١٨	١٣٨	١٨٩	٢١٤	٠
٣	١٣٨	١٥٨	٢١٤	٢٣٩	٠
١	١٥٨	١٧٥	٢٣٩	٢٥٤	٠
١	١٧٥	١٩٢	٢٥٤	٢٦٩	٠
١	١٩٢	٢٠٩	٢٦٩	٢٨٤	٠
١	٢٠٩	٢٢٦	٢٨٤	٢٩٩	٠
١	٢٢٦	٢٤٣	٢٩٩	٣١٤	٠
١	٢٤٣	٢٦٠	٣١٤	٣٢٩	٠
١	٢٦٠	٢٧٧	٣٢٩	٣٤٤	٠
١	٢٧٧	٢٩٤	٣٤٤	٣٥٩	٠

الصف	تحديد العطل		إصلاح العطل		وقت العطل بالنسبة لعامل الإصلاح
	وقت الابتداء	وقت الإنهاء	وقت الابتداء	وقت الإنهاء	
٤	٢٩٤	٣١٠	٢٥٩	٢٧١	٠
٤	٣١٠	٣٢٦	٢٧١	٢٨٣	٠
٤	٣٢٦	٣٤٢	٢٨٣	٢٩٥	٠
٤	٣٤٢	٣٥٨	٢٩٥	٤٠٧	٠
٤	٣٥٨	٣٧٤	٤٠٧	٤١٩	٠
٤	٣٧٤	٣٩٠	٤١٩	٤٣١	٠
٦	٣٩٠	٤٠٤	٤٣١	٤٤٣	٠
٦	٤٠٤	٤١٨	٤٤٣	٤٥٥	٠
٦	٤١٨	٤٣٢	٤٥٥	٤٦٧	٠
٦	٤٣٢	٤٤٦	٤٦٧	٤٧٩	٠
٧	٤٤٦	٤٦١	٤٧٩	٤٨٩	٠
٧	٤٦١	٤٧٦	٤٨٩	٤٩٩	٠
٧	٤٧٦	٤٩١	٤٩٩	٥٠٩	٠
٧	٤٩١	٥٠٦	٥٠٩	٥١٩	٠
٧	٥٠٦	٥٢١	٥٢١	٥٣١	٢
٧	٥٢١	٥٣٦	٥٣٦	٥٤٦	٥
٥	٥٣٦	٥٤٦	٥٤٦	٥٥٤	٠
٥	٥٤٦	٥٥٦	٥٥٦	٥٦٤	٢
٥	٥٥٦	٥٦٦	٥٦٦	٥٧٤	٢

ونلاحظ أن الترتيب الأمثل السابق لا يؤدي فقط إلى تقليل وقت العطل
للخاص بمامل الإصلاح إلى أقل حد ممكن ، بل يؤدي أيضاً إلى تقليل وقت
التشغيل الكلي ابتداء من إصلاح أول وحدة في أول صف حتى إتمام إصلاح
آخر وحدة في آخر صف .

ورغم أن بحوث العمليات لم تؤدي إلى تحقيق وفورات تذكر في المثال
السابق ، إلا أن ذلك لا يجب أن يهبط من همه دأوس بحوث العمليات ، إذ
يتضاعف هذا المبلغ مع تضاعف معدلات الأجر الخاصة بمامل الإصلاح .

٦-٣-١ مثال :

إذا افترضنا في المثال السابق أنه من الضروري قيام العامل الساهر بتحديد
أسباب العطل لوحدة صنف معين قبل أن يبدأ عامل الإصلاح في إصلاح أى
وحدة من وحدات هذا الصنف ، وبالتالي يلزم تحديد الأعطال في وحدات
المكواه (نوع ١) وذلك قبل أن يبدأ عامل الإصلاح في إصلاح أى وحدة من
وحدات المكواه (نوع ١) . فهذا يكون أمام مسألة مختلفة تماماً عن المثال
السابق ، ولحل هذه المسألة يلزم أولاً تجميع الوقت الخاص باكتشاف العطل
والوقت الخاص بالإصلاح وذلك بالنسبة لكل صنف كما في جدول (٦ - ٨) .

جدول (٦ - ٨)

رقم الصنف اسم الصنف مجموع الوقت اللازم لتحديد مجموع الوقت اللازم
للعطل في كل صنف لإصلاح العطل في كل صنف

١	مكواه (١)	١٣٦ (١٧ × ٨)	٩٠ (١٥ × ٨)
٢	توستر نوع (١)	٦٠ (١٢ × ٥)	١٠٠ (٢٠ × ٥)
٣	راديو	٨٠	١٠٠
٤	خلاط	٩٦	٧٢

٢٤	٣٠	٥	ميكواه (نوع ب)
٤٨	٥٦	٦	توستر (نوع ب)
٦٠	٩٠	٧	مكلسة كهربائية
٢٣	١٨	٨	سكنية كهربائية

وهنا إذا تم وضع الاصناف وفقاً لترتيب في جدول (٦-٨) فإنه يمكن
حساب أوقات التشغيل للعامل الماهر وكذا عامل الإصلاح وفقاً لجدول (٦-٩).

جدول (٦-٩)

المتف	تحديد العطل	اصلاح العطل	وقت العطل بالنسبة
وقت	وقت	وقت	وقت
الإبتداء	الإنتهاء	الإبتداء	الإنتهاء
١	٠	١٣٦	٢٢٦
٢	١٢٦	١٩٦	٣٢٦
٣	١٩٦	٢٧٦	٤٢٦
٤	٢٧٦	٣٧٢	٤٩٨
٥	٣٧٢	٤٠٢	٥٢٢
٦	٤٠٢	٤٥٨	٥٧٠
٧	٤٥٨	٥٤٨	٦٣٠
٨	٥٤٨	٥٦٦	٦٦٣

المجموع ١٣٦

ويبين مما سبق أن العامل الماهر يعمل لمدة ٥٦٦ دقيقة أي ٩،٤٣ ساعة
عمل في اليوم بواقع ١،٤٣ ساعة عمل إضافية، وذلك كما في المثال السابق تماماً.
أما عامل الإصلاح فيعمل ٦٦٣ دقيقة في اليوم ١١،٠٥ ساعة في اليوم بواقع ٣،٠٥
ساعة عمل إضافية. وهو ما يحمل المشروع تكلفة إضافية قدرها ٣،٠٥ × ١،٥
× ٢٥ = ١٤٤،٥ ج في اليوم ويكون الترتيب الأمثل في هذا المثال كما في
جدول (٦-١٠).

جدول (٦-١٠)

المنتج	تحديد الممثل		تحديد الممثل		وقت الممثل
	وقت	وقت	وقت	وقت	
	الإبتداء	الإنهاء	الإبتداء	الإنهاء	لعامل الإصلاح
١	٠	١٨	١٨	١٨	١٨
٢	١٨	٧٨	٧٨	١٧٨	٢٧
٣	٧٨	١٥٨	١٧٨	٣٧٨	٠
٤	١٥٨	٢٩٤	٢٩٤	٣٨٤	١٦
٥	٢٩٤	٣٩٠	٣٩٠	٤٦٢	٦
٦	٢٩٠	٤٨٠	٤٨٠	٥٤٠	١٨
٧	٤٨٠	٥٣٦	٥٤٠	٥٨٨	٠
٨	٥٣٦	٥٦٦	٥٨٨	٦١٢	٠

المجموع ٨٥

ويؤدي الحل الأمثل إلى تنفيذ وقت الممثل بالنسبة لعامل الإصلاح من ١٣٦ دقيقة في اليوم إلى ٨٥ دقيقة أي بفر قدره ٥١ دقيقة وهو ما يقرب من ساعة عمل يومياً ، الأمر الذي ينعكس أثره في تنفيذ التكاليف خاصة إذا ما ارتفع سعر عامل الإصلاح في الساعة .

٦-٣-١-٤ مثال :

إذا كان هناك خمسة أوامر إنتاج يلزم لتصنيعها أن تمر أولاً على الآلة (١) ثم الآلة (ب) وكان وقت التشغيل بالساعات كما هو في جدول (٦ - ١١) .

جدول (٦-١١)

أمر الإنتاج	آ (١)	آ (ب)
١	٣	٦
٢	٧	٢
٣	٤	٧
٤	٥	٣
٥	٧	٤
	$\frac{٧}{٢٦}$	$\frac{٤}{٢٢}$

وهنا نجد أن أقل وقت للتشغيل هو ٢ ساعة على الآلة (ب) لذا نضع أمر إنتاج رقم (٢) في نهاية الترتيب ، وبعد استبعاد أمر إنتاج رقم (٢) نجد أن أقل وقت للتشغيل هو ٣ ساعات على الآلة الأولى ولذا نضع الأمر الإنتاجي رقم (١) في بداية الترتيب ، وهكذا حتى نصل إلى الترتيب أمثل ١ - ٣ - ٤ - ٢ - ٥ .

ونلاحظ أن هذا الترتيب الأمثل هو أفضل ترتيب من بين عدد من الترتيب الممكنة يصل عددها إلى $٥! = ١ \times ٢ \times ٣ \times ٤ \times ٥ = ١٢٠$ ترتيب ، ويرجع ذلك إلا أنه يمكننا اختيار أى أمر إنتاجي لنبدأ به الترتيب ، أى هناك ٥ طرق للاختيار لشغل المكان الأول وبعد إتمام الاختيار الأول يكون أمامنا ٤ طرق للاختيار من بين الأوامر الأربعة المتبقية وذلك لشغل المكان الثاني ثم ٣ طرق للاختيار لشغل المكان الثالث وطريقتين للاختيار لشغل المكان الرابع ثم يتبقى أمر وحيد لشغل المكان الخامس .

ويمكن بيان الأوقات الخاصة بالترتيب الأمثل في جدول (٦-١٢) .

جدول (٦-١٢)

أمر الإنتاج ماكينة ١ ماكينة ب وقت العطل للماكينة
(ب)

	إتداء	إنتهاء	إتداء	إنتهاء	
١	٠	٣	٣	٩	٣
٣	٣	٧	٩	١٦	٠
٥	٧	١٤	١٦	٢٠	٠
٤	١٤	١٩	٢٠	٢٣	٠
٢	١٩	٢٦	٢٦	٢٨	٢
					$\frac{٢}{٦}$ المجموع

ويتبين من جدول (٦-١٢) أن وقت العطل للماكينة (ب) هو ٦ ساعات يومياً وعلى الماكينة (١) ساعتين يومياً .

وعموماً يمكن حساب الوقت الكلى للتشغيل والوقت الكلى لساعات العطل كما يلي :

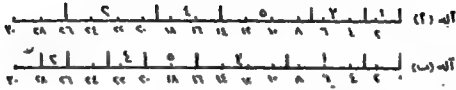
$$\text{الوقت الكلى للتشغيل} = ٢٨ \times ٢ = ٥٦ \text{ ساعة}$$

أى أن الوقت الكلى للتشغيل هو وقت الانتهاء على الآلة الأخيرة وهو ٢٨ ساعة مضروباً في عدد الآلات وهو آتين في هذه الحالة .

$$\text{الوقت الكلى لساعات العطل} = ٥٦ - (٢٦ \times ٢) = ٨ \text{ ساعات}$$

أى أن الوقت الكلى لساعات العطل = الوقت الكلى للتشغيل - [وقت التشغيل الكلى للآلة (١) + وقت التشغيل الكلى للآلة (ب)]

ويمكن أيضاً تحديد ساعات العطل عن طريق الجوء لرسم البيانى ، كما في شكل (٦-٣) الذى يعرف بمخرائط جانت Gantt Chart.



٦-٣-٢ نموذج الترتيب في حالة وجود ثلاث آلات :

لا يوجد حل أمثل لهذه المشكلة إلا إذا توافر على الأقل أحد الشرطين التاليين :

١ - أقل وقت للتشغيل على الآلة الأولى يسادل على الأقل أكبر وقت للتشغيل على الآلة الثانية، أي أن:

أقل وقت للتشغيل على الآلة (١) \leq أكبر وقت للتشغيل على الآلة (٢)

٢ - أقل وقت للتشغيل على الآلة الثالثة يسادل على الأقل أكبر وقت للتشغيل على الآلة الثانية، أي أن :

أقل وقت للتشغيل على الآلة (٣) \leq أكبر وقت للتشغيل على الآلة (٢)

فإذا توافر أحد الشرطين السابقين أو كلاهما ، فإنه يمكن إيجاد الترتيب الأمثل لأوامر الإنتاج المسارة على الآلات الثلاثة كما يلي :

١ - نجمع وقت التشغيل الخاص بالآلة الأولى والثانية وذلك بالنسبة لكل أمر إنتاجي على حده .

٢ - نجمع وقت التشغيل الخاص بالآلة الثانية والثالثة بالنسبة لكل أمر إنتاجي على حده .

٣ - نستخدم الوقت الناتج في الخطوة (١) ، (٢) كما لو كان وقت التشغيل لأوامر الإنتاج على آلتين ، وبالتالي نستخدم خطوات الحل الأمثل الخاصة بترتيب أوامر الإنتاج في حالة وجود آلتين .

٤- يكون الحل الأمثل الخاص بوجود آلتين والسابق المحصول عليه في الخطوة الثالثة هو أيضاً الحل الأمثل للسألة الأصلية الخاصة بترتيب الاوامر على ثلاث آلات .

ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي:

٦-٣-٢-١ مثال :

إذا كان لدينا خمس أوامر إنتاجية يلزم تصنيعها المرو على الآلة (١) ثم (٢) ثم (٣) وكانت أوقات التشغيل الخاصة بكل أمر إنتاجي على كل آلة من الآلات الثلاثة كما في جدول (٦-١٣)

جدول (٦-١٣)

أمر الإنتاج	الآلة (١)	الآلة (٢)	الآلة (٣)
١	٤	٥	٥
٢	٢	٢	٦
٣	٨	٣	٨
٤	١٠	٣	٩
٥	٥	٤	٧

ونلاحظ هنا أن أقل وقت لتشغيل على الآلة الأولى وهو ساعتين أقل من أكبر وقت التشغيل على الآلة الثانية وهو خمس ساعات ، أى عدم تحقق الشرط الأول .

إلا أن أقل وقت لتشغيل على الآلة الثالثة يساوى أكبر وقت التشغيل على الآلة الثانية ، أى تحقق الشرط الثاني ، ولذا يتم تجميع أوقات التشغيل لكل أمر إنتاجي كما في جدول (٦-١٤) .

جدول (٦-١٤)

أمر الإنتاج	الآلة (١)	الآلة (٢)
١	٩	١٠
٢	٤	٨
٣	١١	١١
٤	١٣	١٢
٥	٩	١١

وهنا يكون الحل الأمثل للمشكلة الجديدة كإلى ٢-٥-١-٣-٤ وتكون أوقات التشغيل الخاصة بالآلات الثلاثة وفقاً لهذا الحل الأمثل كإلى جدول (٦-١٥)

جدول (٦-١٥)

أمر الإنتاج		آلة (١)		آلة (٢)		آلة (٣)	
إشدااء	انتهاء	إشدااء	انتهاء	إشدااء	انتهاء	إشدااء	انتهاء
٢	٥	٢	٧	٢	٧	٤	١٠
٥	٢	٧	٧	١١	١١	١١	١٨
١	٧	١١	١١	١٦	١٨	٢٣	٢٣
٣	١١	١٩	١٩	٢٢	٢٣	٣١	٣١
٤	١٩	٢٩	٢٩	٣٢	٣٢	٤١	٤١

ويحدد وقت العطل على الآلة الأولى بطرح وقت الانتهاء الخاص بآخر أمر إنتاج على الآلة الأخيرة ناقص وقت الانتهاء لآخر أمر إنتاج على الآلة الأولى أي وقت العطل الأول = $٤١ - ٢٩ = ١٢$ وحدة زمن.
ويمكن حساب وقت العطل على الآلة الثانية كما يلي :

وقت العطل على الآلة الثانية = وقت إنتهاء أول أمر إنتاجي على الآلة الأولى

$$+ \frac{0}{2} = \left[\begin{array}{l} \text{وقت الإبتداء للأمر الإنتاجي لـ} \\ \text{الآلة الثانية} - \text{وقت الإنتهاء للأمر} \\ \text{الإنتاجي (لـ) على الآلة الثانية} \end{array} \right]$$

+ (وقت إنتهاء آخر أمر إنتاجي على الآلة الثالثة - وقت إنتهاء آخر أمر إنتاجي على الآلة الثانية)

$$= 2 + (4-7) + (11-11) + (19-16) + (29-22) + (41-22) + 24 = \text{وحدة زمن}$$

وأخيراً يتم حساب وقت العطل على الآلة الثالثة كما يلي:

وقت العطل على الآلة الثالثة = وقت إنتهاء أول أمر إنتاجي على الآلة الثانية

$$+ \frac{0}{2} = \left[\begin{array}{l} \text{وقت الإبتداء للأمر الإنتاجي} \\ \text{لـ على الآلة الثالثة} - \text{وقت} \end{array} \right]$$

الإنتهاء للأمر الإنتاجي
(لـ - ١) على الآلة الثالثة

$$= 4 + (11-10) + (18-8) + (22-22) + (22-21) + 6 = \text{وحدات زمن}$$

٦-٣-٢ نموذج الترتيب في حالة وجود مرآة هـ:

في حالة وجود مرآة هـ $2 < 2$ فماده ما يتم ترتيب الأوامر الإنتاجية وفقاً لقواعد منطقية heuristics دون أن يكون هناك أى دليل على امكانية الوصول إلى الحل الأمثل ، وبالتالي أمامك فرصة قد تكون ذهيبية لأن تصبح

من أكبر المشاير في العالم إذا أمكنك التوصل إلى مجموعة القواعد التي تعطى دائماً الحل الأمثل لمثل هذه للمشكلة .

وعموماً هناك طرق منطقية ولا تعطى بالضرورة الحل الأمثل نبيها فيما يلي :

أولاً : خطوات Johnson للحل :

١ — نضع جدول أوامر الإنتاج والأوقات الخاصة بتشغيل كل أمر إنتاجي على كل آلة من الآلات ، مع وضع الآلات في نفس الترتيب الخاص بالعملية الإنتاجية ، أي الآلة الأولى ثم الثانية ثم الثالثة ... إلى الآلة مر .

٢ — نعتبر الآلة الأولى على أنها الآلة (١) والآلة الأخيرة على أنها الآلة (ب) ، ثم نستخدم قواعد الحل الخاصة بوجود آلتين فقط لترتيب أوامر الإنتاج ، مع تحديد وقت التشغيل السكلي وأوقات العطل .

٣ — نجمع وقت التشغيل الخاص بالآلة الأولى والثانية بالنسبة لكل أمر إنتاجي ونعتبره وقت التشغيل للآلة (١) ، وكذا نجمع وقت التشغيل لآخر آلتين ونعتبره وقت التشغيل للآلة (ب) ، ثم نستخدم قواعد الحل الخاصة بوجود آلتين فقط لترتيب أوامر الإنتاج ، مع تحديد وقت التشغيل السكلي وأوقات العطل .

٤ — نكرر ما سبق لثلاث آلات الأولى وكذا الثلاث آلات الأخيرة ثم الأربع آلات الأولى والأربع آلات الأخيرة وهكذا حتى نصل إلى (مر - ١) آلة الأولى ، إلى (مر - ١) آلة الأخيرة ، مع تحديد وقت التشغيل السكلي وأوقات العطل .

٥ — يتم اختيار الترتيب الذي يؤدي إلى أقل وقت التشغيل وأقل أوقات عطل ، إلا أن هذا الترتيب ليس بالضرورة هو الحل الأمثل للمسألة .

والمنطق وراء قواعد الحل هذه هو أن نضع أولاً الأوامر الإنتاجية التي تحتاج إلى وقت تشغيل قليل عن الآلات الأولى ، على أن نضع أخيراً الأوامر

الانتاجية التي تحتاج إلى وقت تشغيل قليل على الآلات الأخيرة وتؤدي القواعد السابقة إلى حل (مر - ١) مسألة وذلك بدلا من | ن ، حيث مر تمثل عدد الآلات ، ن تمثل عدد أوامر الانتاج .

ويمكن توضيح ذلك بمثال كما يلي :

٦-٣-٣-١ مثال :

آلة (١)	آلة (٢)	آلة (٣)	آلة (٤)	آلة (٥)	الأمر الانتاجي
٤	٣	٧	٢	٨	١
٣	٧	٢	٨	٥	٢
١	٢	٤	٣	٧	٣
٣	٤	٣	٧	٢	٤
٢	٥	١	٤	٣	٥
١٣	٢١	١٧	٢٤	٢٥	المجموع

وبالتالي نقوم بحل المسائل الأرباح التالية :

١ -	أمر إنتاج	آلة (١)	آلة (٥)
١	٤	٨	
٢	٣	٥	
٣	١	٧	
٤	٣	٢	
٥	٢	٣	

ويكون الترتيب ٣-٥-٢-١-٤، حيث وقت التشغيل الكلي ٢٠٠ وحدة زمن، ووقت العطل الكلي ١٠٠ وحدة زمن [٢٠٠ ساعة - الوقت الكلي لتشغيل الآلات (١٠٠)] .

٢-	أمر إنتاج	آلة (١)+(٢)	آلة (٤)+(٥)
	١	٧	١٠
	٢	١٠	١٣
	٣	٣	١٠
	٤	٧	٩
	٥	٧	٧

ويكون الترتيب ٣-١-٤-٢-٥، حيث وقت التشغيل الكلي ٢٠٥ وحدة زمن، ووقت العطل الكلي ١٠٥ وحدة زمن.

٣-	أمر إنتاج	آلة (١)+(٢)+(٣)	آلة (٤)+(٥)+(٦)
	١	١٤	١٧
	٢	١٢	١٥
	٣	٧	١٤
	٤	١٠	١٢
	٥	٨	٨

ويكون الترتيب ٣-٥-٤-٢-١، حيث وقت التشغيل الكلي ٢١٥ وحدة زمن، ووقت العطل الكلي ١١٥ وحدة زمن^١.

٤ - أمر إنتاج آلة (١) + (٢) + (٣) + (٤) آلة (٥) + (٦) + (٧) + (٨) + (٩) + (١٠)

٢٠	١٦	١
٢٢	٢٠	٢
١٦	١٠	٣
١٦	١٧	٤
١٣	١٢	٥

ويكون لترتيب ٢ - ٥ - ١ - ٣ - ٤ ، حيث وقت التشغيل الكلي ١٨٥ وحدة زمن ، ووقت العطل الكلي ٨٥ وحدة زمن .

وبعد الترتيب الأخير هو أفضل الحلول الأربعة السابقة ، إلا أننا لا نستطيع نقول أنه هو الحل الأمثل لهذه المسألة .

ثانياً : خطوات Gupta للحل :

يتم تحديد كسر معين لكل أمر إنتاجي على أن تتخذ قيمة هذا الكسر كأساس لترتيب ، ويتم تحديد قيمة الكسر لكل أمر إنتاجي كما يلي :

١ - إذا كان وقت التشغيل الخاص بالأمر الإنتاجي على الآلة الأولى أكبر من أو يساوي وقت التشغيل على الآلة الأخيرة نضع البسط + ١ بالنسبة لهذا الأمر ، وفي غير ذلك نضع - ١

٢ - نحسب أقل مجموع خاص بالتين متابعتين وذلك بالنسبة لكل أمر ، أي وقت التشغيل على الآلة ١ ، ٢ أو وقت التشغيل على الآلة ٢ ، ٣ أو ٣ ، ٤ ... وهكذا ، ويكون أقل مجموع هذا بمثابة مقام الكسر .

٣ - يتم ترتيب أوامر الإنتاج لابتداء بأ أكبر قيمة سالبة وانتهاء بأ أكبر قيمة موجبة .

ويمكن توضيح ذلك على المثال السابق كما يلي :

الآلة

البسط	أمر الإنتاج	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	للقام	قيمة الكسر
١-	١	٤	٣	٧	٢	٨	٧	$\frac{1}{7}$
١-	٢	٣	٧	٢	٨	٥	٩	$\frac{1}{9}$
١-	٣	١	٢	٤	٣	٧	٣	$\frac{1}{3}$
١+	٤	٣	٤	٣	٧	٢	٧	$\frac{1}{7}$
١-	٥	٢	٥	١	٤	٣	٥	$\frac{1}{5}$

ويكون الترتيب ٣-٥-١-٢-٤ حيث وقت التشغيل الكلى ١٨٥ وحدة زمن ، ووقت العطل الكلى ٨٥ وحدة زمن .

ويشمل المنطق في طريقة الحل هذه في أن البسط يحدد الأوامر التي يجب أن تبدأ أولاً وتلك التي يجب أن تبدأ مؤخراً ، أما المقام فيعمل على ترتيب الأوامر سواء في البداية أو في النهاية وفقاً لمدى طول الوقت اللازم لتنفيذ عمليات تشغيل متتامة ، فكلما كان مجموع الوقت للتتابع قليلاً فإنه يفضل أن نضع الأمر الإنتاجي في أول البداية أو في آخر النهاية على حسب إشارة البسط .

٦ - ٢ - ٤ ترتيب أوامر الإنتاج في حالة الإلتزام بمواعيد تسليم محددة

Due Dates

سوف يبين في هذه الفقرة الخطوات الواجب إتباعها في حالة وجود مواعيد محددة لتسليم الطلبات ، ونفترض التبسيط أن جميع أوامر الإنتاج سوف تصنع على آلة واحدة ، فإذا أرم لتصنيع أوامر الإنتاج هذه للمرور على عدة آلات فإننا نقوم بتجميع أوقات التشغيل على كل الآلات ونعتبر بذلك أن كل أمر إنتاجي يمر بعملية إنتاجية واحدة ، تحتاج إلى وقت تشغيل يعادل وقت التشغيل على مجموعة الآلات اللازمة لتصنيع أمر الإنتاج .

وهنا يوجد طريقتين للعمل ، الأولى تعمل على تقليل عدد الأوامر التي تتعرض للتأخير عن ميعاد التسليم الخاص بها ، والثانية تعمل على تخفيض وقت التأخير الخاص بالأمر الإنتاجي صاحب أكبر وقت تأخير عن ميعاد التسليم ، أى تقليل أكبر وقت للتأخير . يمكن أن يتعرض له أى أمر إنتاجي ، وبطبيعة الحال سوف يختلف ترتيب الأوامر وفقاً للطريقة الأولى منه بالنسبة للطريقة الثانية .

٦-٣-٤-١ تقليل عدد الأوامر التي تتعرض للتأخير :

إذا افترضنا توافر أوقات التشغيل وكذا مواعيد التسليم الخاصة بكل أمر إنتاجي ، فإننا نتبع الخطوات التالية حتى تقلل عدد الأوامر التي تتعرض للتأخير .

١ - ترتيب أوامر الإنتاج تصاعدياً حسب ميعاد التسليم ، أى يبدأ بالأمر الإنتاجي صاحب أقرب وقت للتسليم ثم الذي يليه وهكذا إلى أن نصل إلى الأمر الإنتاجي صاحب أبعد وقت للتسليم .

٢ - نبدأ من أول أمر إنتاجي حتى نصل إلى أول أمر إنتاجي يتعرض للتأخير عن ميعاد تسليم ، ونجمع الوقت الخاص بهذه الأوامر بما في ذلك الوقت الخاص بأول أمر إنتاجي يتعرض للتأخير .

٣ - إذا لم يكن هناك أمر إنتاجي يتعرض للتأخير في الخطوة الثانية نتوقف ونكون بذلك قد وصلنا إلى الحل الأمثل ، وفي غير ذلك ننتقل إلى الخطوة (٤) .

٤ - نبحث عن الأمر الإنتاجي صاحب أكبر وقت للتشغيل وذلك من بين أوامر الإنتاج الأولى حتى أول أمر إنتاجي يتعرض للتأخير ، ثم نضع هذا الأمر الإنتاجي في نهاية جميع الأوامر .

هـ - نعود إلى خطوة (٢) لنعيد العمل بالنسبة لأوامر الإنتاج بعد استبعاد الأوامر الإنتاجية التي توضع في نهاية الترتيب وفقاً للخطوة (٤) .

ويمكن توضيح ذلك بمثال فيما يلي :

٦-٣-٤-١-١ مثال :

إذا كان لدينا ثمان أوامر إنتاجية وكان الوقت اللازم للتشغيل كل أمر وكذا ميعاد التسليم كما في جدول (٦-١٦) .

جدول (٦-١٦)

أمر الإنتاج ميعاد التسليم وقت التشغيل وقت إنتهاء التشغيل

٤	٤	٥	١
٧	٣	٨	٢
٩	٢	١٠	٣
١٢	٣	١١	٤
١٦	٤	١٤	٥
١٨	٢	١٧	٦
٢٣	٥	٢٠	٧
٢٦	٣	٢١	٨

ويكون أمر الإنتاج رقم (٤) هو بداية الأوامر الإنتاجية التي تمرض التأخير عن ميعاد التسليم المحدد إذ يتم تسليمها بعد ١٢ يوماً علماً بأن ميعاد التسليم بعد ١١ يوم فقط .

ولذا ننظر إلى الأوامر الأربعة الأولى فنجد أن أمر الإنتاج رقم (١) هو الأمر صاحب أكبر وقت للتشغيل فيتم ترتيبه في نهاية الأوامر الإنتاجية ،

ثم يبحث عن اول امر إنتاجي يمرض للتأخير بعد استبعاد امر الإنتاج رقم (١) وذلك كما يلي :

١٠ امر الإنتاج ميعاد التسليم وقت التشغيل وقت انتهاء التشغيل

٣	٣	٨	٣
٥	٢	١٠	٣
٨	٣	١١	٤
١٢	٤	١٤	٥
١٤	٢	١٧	٦
١٩	٥	٢٠	٧
* ٢٢	٣	٢١	٨
* ٢٦	٤	٥	١٠

ويكون الامر الإنتاجي رقم (٨) هو بداية الأوامر الإنتاجية التي تعرض للتأخير عن ميعاد التسليم المحدد ، ولذا ننظر إلى وقت التشغيل لأوامر الإنتاج بحرقم (٢) حتى رقم (٨) فنجد أن أكبر وقت التشغيل عاص بأمر الإنتاج رقم (٧) . ولذا يتم ترتيبه في نهاية الأوامر الإنتاجية .

يبعث عن اول امر إنتاجي يمرض للتأخير بعد استبعاد امر (١) ٦ (٧) كما يلي :

أمر الإنتاج ميعاد التسليم وقت التشغيل وقت انتهاء التشغيل

٣	٣	٨	٢
٥	٢	١٠	٣
٨	٣	١١	٤
١٢	٤	١٤	٥
١٤	٢	١٧	٦
١٧	٣	٢١	٨
* ٢١	٤	٥	١
* ٢٦	٥	٢٠	٧

ونجد هنا أن أوامر الإنتاج رقم (٢) حتى رقم (٨) يتم تنفيذها دون تأخير في مواعيد التسليم فلكون بذلك قد وصلنا إلى الحل الأمثل ، ويكون الترتيب السابق هو الترتيب الأمثل الذي يقلل عدد الأوامر التي تتعرض للتأخير. إذ نجد أن هناك أسراراً للإنتاج يتمرضان فقط للتأخير. بدلا من خمسة أوامر إنتاجية تتعرض للتأخير وفقاً للترتيب التصاعدي حسب مواعيد التسليم.

لأننا نلاحظ أن أيام التأخير للأمر الإنتاجي السابع والاول هي ٦ أيام. و ١٦ يوم على التوالي أي مجموع أيام التأخير ٢٢ يوم وذلك مقابل ١٢ يوم تأخير فقط للترتيب التصاعدي لأوامر الإنتاج حسب مواعيد التسليم.

٦-٣-٤ - ٢ تقليل أكبر وقت للتأخير :

يتم الوصول إلى الحل الأمثل الذي يقلل أكبر وقت للتأخير من طريق ترتيب أوامر الإنتاج تصاعدياً حسب مواعيد التسليم. وعلى هذا الأساس يكون الترتيب التصاعدي في المثال السابق هو الحل الأمثل في هذه الحالة ، إذ رغم تأخير خمسة أوامر إنتاجية إلا أن أكبر وقت للتأخير وهو الخامس بأمر الإنتاج رقم (٨) هو خمسة أيام فقط ، كما أن مجموع أيام التأخير هي ١٢ يوماً فقط بدلا من ٢٢ يوماً وفقاً للترتيب السابق.

وهنا يواجه المدير الاختيار ما بين الموقفين السابقين وهو عدم إرضاء خمسة
حملاء ولكن لمدد تأخير بسيطة أو عدم إرضاء عميلين فقط ولكن لمدد تأخير
كبيرة لكل عميل .

وإذا إنتقلنا إلى الحياة العملية فعادة لا يتم لترتيب وفقاً للطريقتين إذ عادة
ما يتم وضع الأمر الإنتاجي الخاص بالعميل صاحب الصوت الأعلى والشكوى
للمستمرة أولاً ، إلا أن ارتفاع صوت العميل وكثرة شكواه إلى حد إزعاج إدارة
الإنتاج قد يؤدي إلى عدم التعامل مع العميل بالمرّة .

٦-٣-٥ تقليل وقت الإنتظار :

نفترض في هذه الحالة أنه مطلوب تسليم كل الأوامر الإنتاجية الآن ،
وذلك كما هو الحال عندما يطلب مدير الأقسام من سكرتيرته الخاصة كتابة
٥ خطابات الآن ، أو عندما يطلب من مركز حاسب آلي تشغيل مجموعة برامج فوراً .

ويوجد طريقتان لترتيب الأوامر الإنتاجية بالشكل الذي يؤدي إلى تقليل
الوقت الكلي لتشغيل الأوامر وكذا الوقت الكلي للإنتظار ، وتوقف متان
الطريقتان على ما إذا كان هناك أولويات تعكس الأهمية النسبية للأوامر الإنتاجية
أم لا . ويمكن بيان طريقتي الترتيب فيما يلي :

٦-٣-٥-١ حالة عدم وجود أولويات لأوامر الإنتاج :

يتم الوصول إلى الحل الأمثل في هذه الحالة عن طريق ترتيب أوامر الإنتاج
صاعداً حسب الوقت اللازم لتشغيل كل أمر ، ويمكن توضيح ذلك على بيانات
المثال السابق كما يلي :

وقت الإنتظار	مجموع اوقات التشغيل	وقت التشغيل	امر الإنتاج
٠	٢	٢	٢
٢	٤	٢	٦
٤	٧	٣	٢
٧	١٠	٣	٤
١٠	١٣	٣	٨
١٣	١٧	٤	١
١٧	٢١	٤	٥
٢١	٢٦	٥	٧
<u>٢١</u>			
٧٤			

ويكون وقت الإنتظار الكلي ٧٤ يوماً ، وذلك اقل من وقت الإنتظار وقتياً
لترتيب للوجود اصلاً وهو ٢٠١ ، ٨٠٠٠٠٠ ، حيث نجد ان وقت الإنتظار في هذه الحالة الأخير ٨٩ وذلك كما يلي :

وقت الإنتظار	مجموع اوقات التشغيل	وقت التشغيل	امر الإنتاج
٠	٤	٤	١
٤	٧	٣	٢
٧	٩	٢	٣
٩	١٢	٣	٤
١٢	١٦	٤	٥
١٦	١٨	٢	٦
١٨	٢٣	٥	٧
٢٣	٢٦	٣	٨
<u>٢٣</u>			
٨٩			

٢-٥-٢-٦ في حالة وجود أولويات تمكس الالهية للنسبية لأوامر الإنتاج :

كثيراً ما يتم وضع أولويات معينة لأوامر الإنتاج تمكس أهميتها النسبية ، وذلك كما هو شائع مثلاً في مراكز الحاسبات الآلية . وتتوقف طريقة الترتيب في هذه الحالة على ما إذا كان زيادة رقم الأولوية يعنى زيادة في الالهية النسبية ، أى أن أمر إنتاجى له أولوية ٥ مثلاً يعد أهم نسبياً من أمر إنتاجى له أولوية ٣ ، إذ في هذه الحالة يتم ترتيب أوامر الإنتاج حسب النسبة الخاصة بوقت التشغيل إلى رقم الأولوية لهذا الأمر ، إذ يتم وضع أوامر الإنتاج ذات النسبة الأقل أولاً ، وعلى العكس من ذلك إذا كان رقم الأولوية (١) يعنى أن أمر الإنتاج أعلى في الالهية من تلك الأوامر ذات أولوية ٢ أو ٣ . . . الخ ، ففي هذه الحالة يتم ترتيب أوامر الإنتاج على حسب حاصل ضرب وقت التشغيل لكل أمر إنتاجى في رقم أولويته إذ يتم وضع أمر الإنتاج صاحب أقل حاصل ضرب أولاً وهكذا تصاعدياً إلى أن تصل إلى أمر الإنتاج صاحب أكبر حاصل ضرب ، ويمكن توضيح ذلك على المثال السابق بعد إضافة أولويات كما يلى :

الحالة الأولى (زيادة رقم الأولوية تعنى زيادة الالهية)

أمر الإنتاج	وقت التشغيل	الأولوية	النسبة
١	٤	٦	$\frac{1}{24}$
٢	٣	٥	$\frac{1}{15}$
٣	٢	١٠	$\frac{1}{20}$
٤	٣	٩	$\frac{1}{27}$
٥	٤	٨	$\frac{1}{32}$
٦	٢	٧	$\frac{1}{14}$
٧	٥	٤	$\frac{1}{20}$
٨	٣	٦	$\frac{1}{18}$

ويكون الترتيب الأمثل هو ٢-٥-١-٣-٨-٤-٦-٧ .

الحالة الثانية (نقص الرقم يبنى زيادة الاولوية)

أمر الإنتاج	وقت التشغيل	الاولوية	حاصل الضرب
١	٤	٦	٢٤
٢	٣	٥	١٥
٣	٢	١٠	٢٠
٤	٣	٩	٢٧
٥	٤	٨	٣٢
٦	٢	٢	٤
٧	٥	٤	٢٠
٨	٣	٦	١٨

ويكون الترتيب الأمثل هو ٦-٢-٨-٣-٧-١-٤-٥.

ومنا إذا لم يرضى الترتيب السابق مدير الإنتاج دل ذلك على الحاجة إلى تغيير الأولويات للموضوعة ، إذ يجب تغيير هذه الأولويات كإبراهيم مدير الإنتاج حتى نصل إلى الترتيب الذي يعكس الأهمية النسبية لهذه الأوامر الإنتاجية.

٦-٣-٦ نموذج التخصيص Assignment Model

تتم مشكلة التخصيص بتوزيع عدد معين من الأعمال وليكن m على عدد معين من الآلات وليكن n علماً بأن المشروع يتحمل تكلفة m مره عند تخصيص العمل m ، على الآلة n $m = ١, ٢, ٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨$ ، مره $n = ١, ٢, ٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨$. ومنا تتم عملية التخصيص بشرط مراعاة مايلي :

• أن يخصص كل عمل لآلة واحدة فقط .

• ان يتم التخصيص بحيث تكون دالة الهدف أقصى ما يمكن (في حالة تعظيم الربح) او اقل ما يمكن (في الحالة التالية) (في حالة تلبية النفقات) .

وفي حالة عدم رغبة تخصيص عمل معين لآلة معينة كاستعماله لتحقيق ذلك هلياً
أو لاي أسباب أخرى فنية ، فإنه يمكن افتراض تكلفة تشغيل عالية جداً لهذه
الخطية المقابلة أي نفترض أن $m = 0$ حيث 0 تمثل أعلى قيمة موجبة.

ويلازم لحل مشكلة التخصيص تحقيق التوازن بين الآلات والأعمال الأمر الذي
يقضي إضافة آلات وهمية أو أعمال وهمية على أن تكون التكلفة m المقابلة
في هذه الحالة مساوية للصفر ، وعلى هذا الاحساس يمكن افتراض أن $m = 0$
وبهذا يكون النموذج الرياضي كما يلي :

$$\begin{aligned} \text{تلبية ح} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \end{aligned}$$

نصف قيود

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i \quad i=1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = b_j \quad j=1, 2, \dots, m$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \text{أو } 1$$

حيث أن m مساوي صفر إذا لم يتم تخصيص العمل m على الآلة n
و مساوي واحد صحيح إذا ماتم هذا التخصيص .

ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي :

$$1-2-3 \text{ مثال :}$$

نفرض أن لدينا ثلاث أعمال وكذا ثلاث آلات وكان جدول التكلفة كما يلي :

٢	١	٢	٢	٣
١	١	٥	٧	٩
٢	٢	١٤	١٠	١٢
٣	٣	١٥	١٣	١٦
ب	١	١	١	١

ونصل إلى حل مبدئي يمكن بوضوح من $١١ = ٣٣ = ٣٣ = ٣٣ = ١$ ، إلا أن هذا الحل ليس بالضرورة هو الحل الأمثل. وهنا نستخدم أسلوب التنصيص للوصول إلى هذا الحل الأمثل.

ونقوم هذه الطريقة على أساس أن إضافة أو طرح مقدار ثابت إلى أي صف أو عمود في مصفوفة التكلفة لن يؤدي إلى تغيير الحل الأمثل، إذ لو تم طرح الكمية ١٦ من كل صف $١٦ = ٢٠٠، ٢٠١، ٢٠٢، ٢٠٣$ وكذا الكمية ١٦ من كل عمود $١٦ = ٢٠٠، ٢٠١، ٢٠٢، ٢٠٣$ فإن التكلفة الجديدة

$$١٦ = ٢٠٠، ٢٠١، ٢٠٢، ٢٠٣ - ١٦ = ١٨٤، ١٨٥، ١٨٦، ١٨٧$$

وتكون دالة الهدف

$$ح = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

$$u_1(u_1 - u_2 - u_3) \frac{n}{1+n} + \frac{n}{1+n} = 2 \therefore$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$u_m \neq \frac{n}{1-m} \neq \frac{n}{1-m} -$$

$$m_s \quad \frac{n}{1=m} \quad \frac{n}{1=m} -$$

$$r_{AB} = \frac{\dot{n}}{1+n} \quad r_{C|D} = \frac{\dot{n}}{1+n} - \tau =$$

$$m \frac{n}{1+m} \leq \frac{n}{1+m} -$$

$$\mu \frac{n}{1-\mu} - r \frac{n}{1-r} - c =$$

حيث ان $1 = \frac{n}{1} = \frac{n}{1} = \frac{n}{1}$

$\therefore \text{ح} = \text{ح} - \text{مقدار ثابت}$

وعلى هذا الأساس أن محاولة الوصول إلى أقل قيمة لح يؤدي إلى الوصول إلى أقل قيمة لح .

وعلى هذا الأساس إذا أمكن خلق مصفوفة تكلفة جديدة تحتوي على مجموعة من العناصر الصفرية $zero entries$ ، وأمكن تخصيص الأوامر أو الأعمال على الآلات باستخدام هذه العناصر الصفرية ، فإننا نصل إلى الحل الممكن الأدنى يحقق أقل النفقات . ويتم تحقيق ذلك وفقاً لخطوات الحل التالية .

خطوات الحل:

١ - نختار أقل قيمة في كل صف ونطرحها من قيم هذا الصف ، وبإجراء ذلك حل مصفوفة التكاليف في المثال السابق نصل إلى مصفوفة التكاليف التالية:

	٣	٢	١	
٥ = $ل_١$	٤	٢	٠	١
١٠ = $ل_٢$	٢	٠	٤	٢
١٣ = $ل_٣$	٢	٠	٢	٣

٢ - نختار أقل قيمة في كل عمود ونطرحها من قيم هذا العمود ، وبذا تصبح مصفوفة التكلفة في المثال السابق كما يلي :

	٣	٢	١	
٥ = $ل_١$	٢	٢	٠	١
١٠ = $ل_٢$	٢	٠	٤	٢
١٣ = $ل_٣$	١	٠	٢	٣
	$ل_٣ = ٢$	$ل_٢ = ٠$	$ل_١ = ٠$	

٣ - نختبر المصفوف فأذا كانت بالصف صفر وحيد نخصمه ونعطي باقي أصفار العمود ، وكذا نختبر الأعمدة فإذا كان بالعمود صفر وحيد نخصمه ونعطي باقي أصفار الصف .

ونصل إلى الحل الأمثل إذا ماتم تخصيص كل أمر إنتاجي على آلة معينة كما هو الحال في هذا المثال حيث نجد ان الحل الأمثل هو :

$$(١, ١) \in (٢, ٢) \in (٢, ٣)$$

$$\text{وتكون تكلفة الحل ح} = ٣٠ = ٥ + ١٢ + ١٣$$

$$\text{و نلاحظ هنا ان } \bar{C} = C + \frac{C}{1=f} + \frac{C}{1=g} + \frac{C}{1=h}$$

$$2 + (12 + 10 + 0) + 0 = 24$$

إلا أنه في أحوال أخرى قد لا تكون الخطوات السابقة للوصول إلى الحل الأمثل وذلك كما في المثال التالي :

٦-٣-٦-٢ مثال :

إذا كانت التكلفة الخاصة بتنعيم ٤ أوامر إنتاج على كل آلة من الآلات الأربع المتاحة في مشروع ما كما يلي :

	٤	٣	٢	١	
١	٣	٦	٤	١	١
٢	٩	١٠	٥	٨	٢
٣	٧	١١	٥	٤	٣
٤	٥	٨	٧	٦	٤

و بتطبيق خطوات الحل السابقة نصل إلى الجدول التالي لتكلفة

	٤	٣	٢	١	
١ = \bar{C}_1	٢	٢	٣	٠	١
٧ = \bar{C}_2	٢	٠	٠	١	٢
٤ = \bar{C}_3	٣	٤	١	٠	٣
٥ = \bar{C}_4	٠	٠	٢	١	٤
	$\bar{C}_m = 3$				

ويستنتج من الجدول السابق عدم إمكانية تخصيص كل أمر إنتاجي على آلة محددة ، لذا نقيم في هذه الحالة الخطوات التكميلية التالية .

٤ - بعد تغطية الأصفار بأقل عدد ممكن من الخطوط الأفقية والرأسية وذلك كما في الخطوة (٢) ، يتم اختيار أقل قيمة غير مغطاة بخطوط (وهي (١) في المثال السابق) ، ثم يتم طرحها من العناصر الغير مغطاة بخطوط على أن تضاف إلى العناصر المغطاة بخطين ، إذ تضمن بذلك خلق صفر واحد جديد حل الأقل .

ويرجع عدم طرح هذه القيمة الأقل من العناصر المغطاة بخط واحد إلى تفادي خلق قيم سالبة وذلك في حالة الطرح من القيم السالبة الموجودة في الصف أو العمود المغطى بخط واحد ، كما أننا في غير حاجة إلى خلق صفر جديد في صف أو عمود به صفر أو أكثر ، حتى لا نخلق في نفس الصف أو العمود أصفار لا تتساوى من حيث الكفاءة مع الأصفار الموجودة سابقاً ، إذ يجب أن نخلق الأصفار الجديدة في أحد الخلايا الغير مغطاة كحالة لإضافة أحسن خلايا يمكن أن يوجد بها حل أمثل إلى مجموعة الخلايا السابق تحديدها قبلاً ، أما إضافة هذه القيمة الأقل إلى العناصر المغطاة بخطين فيرجع ذلك إلى الرغبة في إيجاد هذه العناصر وتفادي تحويلها إلى عناصر صفرية في جداول مستتبة وذلك نظراً لأن هذه العناصر واقعة في صف به أصفار وكذا عمود به أصفار ، فهي ليست بالخلية المفضلة إذا ما نظرنا إلى الصفوف أو الأعمدة ولذا يجب إبعادها عن الحل الأمثل وهذا يصبح جدول التكلفة الجديد كما يلي :

	٤	٣	٢	١	
١ = ١ ل	١	١	٢	٠	٦
٧ = ١ ل	٢	٠	٠	٢	٢
٤ = ٢ ل	٢	٢	٠	٠	٣
٥ = ٤ ل	٠	٠	٢	٢	٤
	١ = ل ٣ = ل				

ويكون هذا هو الحل الأمثل وتكلفته $21 = 0 + 10 + 0 + 1$

$$\text{ونلاحظ ان } C = \frac{0}{1} \text{ ل} - \frac{0}{1} \text{ ل} - \frac{0}{1} \text{ ل} - \frac{0}{1} \text{ ل}$$

$$\text{اي ان } 0 = C - (0 + 4 + 7 + 1) - (2 + 1)$$

$$\therefore C = 4 + 17 = 21$$

وفي حالة عدم الوصول إلى الحل الأمثل تكرر الخطوات السابقة حتى يصل إلى الحل الأمثل للمشكلة محل البحث.

ونلاحظ ان الحل ينتهي في بعض المسائل إلى وجود عدة بدائل يمكن اختيار أي منها لتمثيل الحل الأمثل وذلك كما في المثال التالي :

٦-٣-٢ مثال :

المطلوب تخصيص أربع احوال على أربع آلات وكانت تكلفة التنقل كما يلي :

	٤	٣	٢	١	
١	١٢	٧	٩	٨	١
٢	١٣	٥	١٥	١٠	٢
٣	٤	٨	٦	٢	٣
٤	٩	٧	٨	١٠	٤

١ - نختار أقل قيمة في كل صف ونطرحها من قيم هذا الصف ليصبح الجدول كما يلي :

	٤	٣	٢	١	
$v = 1$	٥	٠	٢	١	١
$٥ = ٢$	٨	٠	١٠	٥	٢
$٢ = ٣$	٢	٦	٤	٠	٣
$٧ = ٤$	٢	٠	١	٣	٤

٢ - نختار أقل قيمة في كل عمود ونطرحها من قيم العمود .

٣ - نختار الصفوف والاعمدة وهنا نجد ان الاصغار لا يمكن إيجاد حل يمكن باستخدام مجموعة الاصغار المتاحة .

	٤	٣	٢	١	
$v = 1$	٣	٠	١	١	١
$٥ = ٢$	٦	٠	٩	٥	٢
$٢ = ٣$	٠	٦	٣	٠	٣
$٧ = ٤$	٠	٠	٠	٣	٤
	$٣ = ٤$		$١ = ٤$		

٤ — بعد تنفيذ الأصفار بأقل عدد ممكن من الخطوات كما في الجدول السابق وذلك نتيجة تطبيق خطوة (٣) نختار أقل قيمة غير مغطاة بخطوط ونطرحها من القيم الغير مغطاة ونضيفها على القيم المغطاة بخطين فيصبح الجدول الجديد كما يلي :

	٤	٣	٢	١	
٧ = ١ ل	٢	.	.	.	١
٥ = ٢ ل	٥	١	٨	٤	٢
٢ = ٣ ل	.	٧	٣	.	٣
٧ = ٤ ل	.	١	.	٣	٤
	٢ = ١ ل		١ = ٢ ل		

وهنا نجد صعوبة في تخصيص الأوامر على الآلات وذلك بسبب وجود أكثر من صفر في الصف أو العمود المختار ، إذ تؤدي عمليات الاختيار وفقاً للخطوة (٣) إلى تخصيص أمر الإنتاج الثاني على الآلة الثالثة فقط دون إمكانية تخصيص باقي أوامر الإنتاج ، رغم وجود مجموعة من الأصفار الغير مغطاة ولذا إذا ماتم تطبيق الخطوات السابقة وانتهى الأمر إلى عدم التخصيص الكامل رغم وجود أصفار غير مغطاة فإننا نستكمل عملية التخصيص كما يلي :

— نختار الصفوف فإذا كان هناك صف وحيد مغطاه ونشط باقي أصفار

العمود، أما إذا كان هناك أكثر من صفر كان معنى ذلك وجود أكثر من حل
وحيد وهنا نختار أحد هذه الأصفار ثم يتم شطب باقي أصفار الصف
والعمود معاً.

— ثم نختبر الأعمدة فإذا كان هناك صفر وحيد نخسسه ونشطب باقي
أصفار الصف أما إذا كان هناك أكثر من صفر نختار أحد الأصفار ونشطب
باقي أصفار الصف والعمود معاً.

وتمتليق الخطوات السابقة نصل إلى أى من الحيتين التاليتين :

الحل الأول :

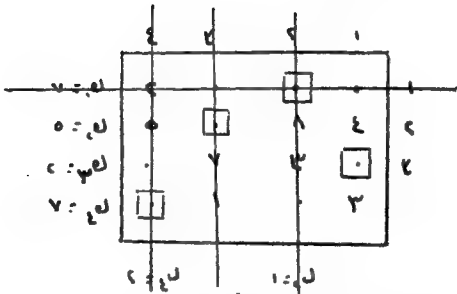
	٤	٣	٢	١	
٧ = ٥	٢			٤	١
٥ = ٤	٥	١	٨	٤	٢
٢ = ٣	١	٧	٣	٠	٣
٧ = ٢		١	٠	٣	٤
	٢ = ١		١ = ٤		

ويكون الحل (١، ١) و (٢، ٢) و (٤، ٣) و (٢، ٤) وتكلفتها

$$٢٥ = ٨ + ٤ + ٥ + ٨ = \text{الحل}$$

-٢١١-

الحل الثاني:



ويكون الحل (٢، ١) (٢، ٢) (١، ٢) (٤، ٤) وسكنة

$$\text{الحل} = ٢ + ٢ + ١ + ٤ = ٩$$

الفصل السابع

نماذج المخزون

٧-١ مقدمة :

أن أحد الأهداف الرئيسية لإدارة الإنتاج هو القيام بالنشاط الإنتاجي بسهولة ويسر وتجنب حدوث أى أزمات يمكن أن تعطل سير الإنتاج أو توقفه، ويتم تحقيق ذلك باستغلال الآلات والمعدات الإنتاجية للمساحة لديها إستغلالاً أمثلًا وفعّاداً تعطيل هذه الإمكانيات تجنباً للتكلفة العالية التي قد تنتج تبعاً لذلك ، ويمكن للإدارة تحقيق هذا الاستغلال الأمثل للآلات والمعدات من طريق الجؤ إلى التخزين ، إذ أن توافر المواد الخام والمهمات اللازمة للإنتاج يمكن الإدارة من مواجهة حالات التأخير في التوريد ويسر عملية استخدام المعدات وإتمام العملية الإنتاجية .

كما أنه من ناحية أخرى يؤدي تخزين منتجات نهائية إلى تلبية رغبات المستهلك بالحصول على السلعة في الوقت المناسب خاصة إذا ما قرر المشروع الإنتاج بمعدل ثابت ومستمر خلال العام ، ففي هذه الحالة يقوم المشروع بتخزين فائض الإنتاج على شهور السكساد مع تلبية الطلب الوارد في المواسم الخاصة بالمشروع .

ومن ثم يمكننا القول بأن إحتفاظ المشروع بمخزون يحقق له إستقراراً في عمليات الانتاج والتسويق ويجعلها بمنأى عن المخاطر التي قد تحدث نتيجة عدم إنتظام عمليات التوريد أو الانتاج فهو بمثابة عازل يحمي النشاط الاتاجي والتسويقي معاً ويقيهما الآثار المترتبة على مثل هذه المخاطر التي تكلف المشروع الكثير .

وقد تدفعنا الأسباب السابقة إلى القول بضرورة الاحتفاظ بمخزون وبكميات وفيرة دائماً ، إلا أن هناك جانب آخر لهذا الموضوع له نفس الأهمية أيضاً ، إذ يعنى المخزون وجود جانب من رأس المال مستثمر في صورة مواد خام أو مهمات أو سلع تامة الصنع وبالتالي يضيّع على المشروع إمكانية استثمار هذه الأموال في فرص أخرى بديلة ، كما يقتضى المخزون توافر مساحات كافية من مباني المشروع وتحمل تكاليف خاصة بالتأمين ، وإحتياجات التلّف والبيوار وغيرها من المصاريف التى ترتبط بعملية التخزين .

ولذا تظهر الحاجة إلى تحديد الكميات الواجب تخزينها بما يحقق المزايا المتوقعة من وراء وجود مخزون كاف من ناحية مع تجنب المشاكل والتكاليف التى تنجم من زيادة المخزون من ناحية أخرى ، ولتحديد هذا القدر الأمثل للمخزون يتم إستخدام بعض النماذج الرياضية والتى تختلف فيما بينها في الفروض التى بنى على أساسها كل نموذج ، إذ كلما أسقطنا جانب من هذه الفروض كلما تعمق النموذج الرياضى المستخدم ، وسوف نقوم فيما يلى بإستعراض جانب من هذه النماذج الرياضية المستخدمة في السكّية الاقتصادية للشراء وبالتالي تحديد السكّية المثلى للمخزون .

٧ — ٢ تحديد السكّية الاقتصادية للطلب (نموذج Wilson) : ٤

إن أبسط النماذج التى تتناول تحديد السكّية الاقتصادية للطلب هو نموذج Wilson ، والنّى يقوم على الاقتراحات التالية :

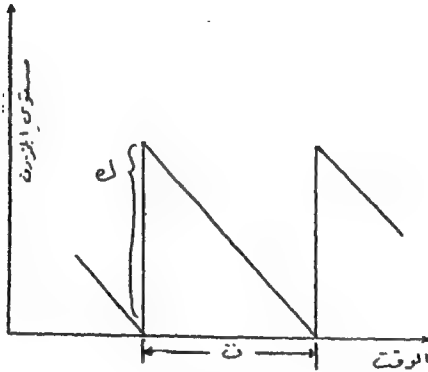
١ — أن هناك طلب ثابت المقدار ومعلوم مقدماً : إذ يفترض هذا النموذج أن السكّية المطلوبة كل يوم متساوية ومعروفة مقدماً خلال العام ، ولا شك أن هذا الفرض يؤدى إلى تبسيط النموذج بشكل كبير .

٢ — عدم وجود خصم السكّية : أى أن سعر شراء الوحدة سيظل ثابتاً بغض النظر عن السكّية المطلوب شرائها .

٢ - عدم السماح بنفاذ المخزون : إذ تصل المواد المخزونة عند وقت إتمام المخزون .

٤ - ثبات فترة التوريد : إذ يفترض ثبات الوقت اللازم بين إصدار أمر التوريد والإستلام الفعلي للمخزون .

فإذا توافرت السكينة في أول المدة فإن حجم المخزون يتناقص بالإستخدام خلال الفترة ، الأمر الذي يؤدي إلى تكرار الطلب (أو الإنتاج) الكمية كما تم إستخدامها خلال الفترة وهكذا كما هو موضح في شكل رقم (٧-١) .



شكل رقم (٧-١)

ويمكن تقسيم التكلفة الخاصة بالتخزين إلى نوعين من التكلفة .

١ - تكلفة إعادة الطلب (أو تكلفة توريد المصنع للإنتاج) : وهذه التكلفة لا تتغير بتغير حجم الكمية المطلوبة أو المراد إنتاجها وتمثل هذه التكلفة في تكلفة الطلب في حالة الشراء - Ordering Costs أو تكلفة التجهيز في حالة الإنتاج Setup Costs .

٢ - التكلفة المتوسطة للاحتفاظ بالوحدات المخزونة: ويحدد هذه التكلفة بالنسبة لكل وحدة مخزونة خلال فترة زمنية معينة ، ولذا فإن هذه التكلفة تتوقف على عدد الوحدات المخزونة من ناحية وعلى مدة التخزين من ناحية أخرى .

وتكون التكلفة السنوية التخزين هي حاصل جمع النوعين السابقين من التكلفة .

فإذا افترضنا

ك = الكمية المطلوب شرائها أو إنتاجها في كل مرة

ط = الطلب السنوي المتوقع

س. = تكلفة إعداد الطلبية أو تكلفة التجهيز

م. = التكلفة السنوية للاحتفاظ بوحدة مخزونة

$$\frac{ك}{٢} = \text{متوسط المخزون}$$

$$ع = \frac{ط}{ك} = \text{عدد مرات الشراء خلال العام}$$

تس = التكلفة السنوية لإعادة الطلب

$$\frac{\text{ط}}{\text{ك}} = \text{س. ح} = \text{س. ع}$$

ت س م = التكلفة السنوية للاحتفاظ بالخزون

$$\left(\frac{\text{ك}}{\text{ق}} \right) \text{س. م} =$$

ت س م. = تكلفة التخزين السنوية

$$\text{ت س م} + \text{ت س م} =$$

ت س = التكلفة السنوية لشراء أو إنتاج المواد ثم تخزينها

$$\text{ت س م.} + \text{تكلفة الشراء أو تكلفة الإنتاج} =$$

ك = الكمية الاقتصادية للطلب وهي قيمة ك التي تكون عندها تكلفة التخزين السنوية ت س م. أقل ما يمكن .

ويمكن توضيح العلاقة بين عناصر التكلفة المختلفة كما في المثال التالي :

$$\underline{\underline{٧ - ٢ - ١ مثال :}}$$

إذا توافرت البيانات التالية لأحد المشروعات .

$$\text{ط} = ٦٠٠ \text{ وحدة سنويا}$$

$$\text{س. م} = ١٠٠ \text{ جنيها}$$

$$\text{س. م} = ٢٥ \text{ جنيها للوحدة في الشهر (أي } ٢٥ \times ١٢ = ٣ \text{ جنيها للوحدة في العام)}$$

وتعمل الإدارة هنا على تقليل عناصر التكلفة عند تحديد الكمية الواجب شراؤها في كل مرة ، فإذا إمتدت الإدارة بتخفيض تكاليف إعادة الطلب إلى

أقل حد ممكن ، كان معنى ذلك تحرير أمر شراء واحد خلال العام وبذا تكونه عناصر التكلفة كما يلي :

$$\text{ت س ط} = ١٠٠ \text{ جنيها}$$

$$\text{ت س م} = \left(\frac{\text{ك}}{\text{ق}} \right) \text{ س}$$

$$\text{ت س ط} = ٦٠٠ \times ١٢ \times ٢٥ = ٩٠٠ \text{ جنيها}$$

$$\therefore \text{ت س م} = ٩٠٠ + ١٠٠ = ١٠٠٠ \text{ جنيها}$$

ويبين مما سبق أن تخفيض تكاليف إعادة الطلب إلى أقل حد قد يؤدي إلى زيادة متوسط التكلفة السنوية للاحتفاظ بالمخزون بشكل كبير .

وعلى العكس إذا حاولت الإدارة تخفيض تكلفة الاحتفاظ بالمخزون وذلك بتكرار الطلب شهريا ، الأمر الذي يؤدي إلى تقليل المخزون ، فإن عناصر التكلفة تصبح كما يلي :

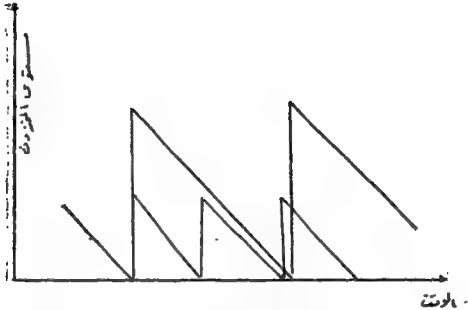
$$\text{ت س ط} = ١٢ \times ١٠٠ = ١٢٠٠ \text{ جنيها}$$

$$\text{ت س م} = \frac{٥٠}{٢} \times ٢٥ = ٧٥ \text{ جنيها}$$

$$\text{ت س م} = ١٢٧٥ = ٧٥ + ١٢٠٠ \text{ جنيها}$$

وهنا نجد إنخفاض كبير في متوسط التكلفة السنوية للاحتفاظ بالمخزون ، إلا أنه في مقابل ذلك هناك زيادة كبيرة في التكلفة السنوية لإعادة الطلب .

ويمكن توضيح كلا الحالتين السابقتين في شكل رقم (٧-٢)



شكل رقم (٧-٢)

ويمكن للإدارة حساب التكلفة السنوية للتخزين ت س م لكل قيمة من قيم ك حتى نصل إلى قيمة ك* التي تحقق العلاقة

$$ت س م, (ك^*) < ت س م, (ك - ١)$$

$$فتكون ك* = ك - ١$$

ولاشك أن تحقيق ذلك يتطلب عدة محاولات حسابية كثيرة ، وفي المثال السابق نجد أن ك* = ٢٠٠ وحدة أى يتم إعادة الطلب ٣ مرات سنوياً وتكون عناصر التكلفة .

$$ت س ط = ٣ \times ١٠٠ = ٣٠٠ جنيهاً$$

$$ت س م = ٢٠٠ \times ١٢ \times \frac{٢٠٠}{٢} = ٢٠٠ جنيهاً$$

$$ت س م = ٢٠٠ + ٢٠٠ = ٤٠٠ جنيهاً$$

وقد نجد أن العدد الأمثل لمرات الشراء ليس عددا صحيحا الأمر الذى يؤدى إلى تعديل طفيف في توقيت إصدار أمر الشراء ، ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالى:

٢-٧ مثال :

يتبأ مصنع صغير لإنتاج الآلات بإمكانية إنتاج ١٥٠٠ حجرة خلال العام (ط = ١٥٠٠) وكانت تكلفة الخامات اللازمة لإنتاج الوحدة ٤٨ ج . فإذا افترضنا أن الإنتاج يتم بمعدل ثابت خلال أيام العمل السنوية والى تقدر بـ ٣٠٠ يوماً سنوياً . كما أن التكلفة السنوية اللازمة للاحتفاظ بالمواد الخام واللازمة لإنتاج الحجرة تمثل ٢٢٪ من تكلفة هذه الخامات ، كذلك تقدر تكلفه إعداد أمر الشراء بـ ٢٥ جنياً ، كما أن مدة التوريد تقدر بـ ٧ أيام .

المطلوب : تحديد عدد الحجرات التى تمثل عندها عدد الوحدات الخام اللازمة لإنتاجها الكمية الاقتصادية للشراء ؟

الحل :

$$س = ٤٨ \times \frac{٢٢}{١٠٠} = ١٠,٥٦ \text{ جنياً}$$

$$ص = ٢٥ \text{ جنياً}.$$

$$ت س ط (ك) = ٢٥ \times \frac{١٥٠٠}{ك}$$

$$ت س م (ك) = ١٠,٥٦ \times \frac{ك}{٢}$$

ولتحديد قيمة ك التى عندها تكون التكلفة أقل ما يمكن نجرى مجموعة من المحاولات كما هو موضح في الجدول التالى:

ك	حجم.
٨٠	٨٩١,١٥
٨١	٨٩٠,٦٤
٨٢	٨٩٠,٢٨
٨٣	٨٩٠,٠٥
٨٤ ← ك *	٨٨٩,٩٥
٨٥	٨٨٩,٩٨
٨٦	٨٩٠,١٣
٨٧	٨٩٠,٢٩
٨٨	٨٩٠,٧٨
٨٩	٨٩١,٢٧
٩٠	٨٩١,٨٧

ط
ويكون عدد مرات الشراء $\frac{ط}{ك} = ع$

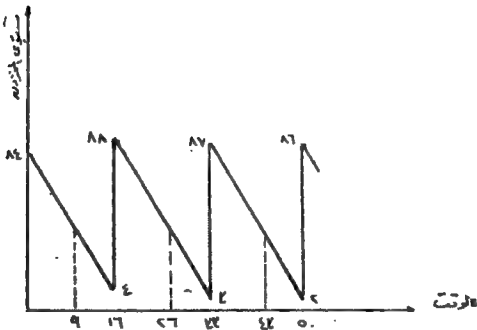
$$= \frac{١٠٠٠}{٨٤} = ١٧,٨٥ \text{ مرة في العام}$$

وبعض هذا أنه سيتم طلب الشراء ١٧ مرة في بعض السنوات و ١٨ مرة في بعض السنوات الأخرى ، فإذا افترضنا أن اللوادر الحام للتوافرة في بداية العام

$$\text{تكني لإنتاج } ٨٤ \text{ حجرة ولما كان معدل الاستخدام اليوى } = \frac{١٠٠٠}{٣٠٠} =$$

وحدات . لذا فإن حجم المخزون للتوافر بعد ١٦ يوماً يصبح ٤ وحدات وهو ما لا يكتفي لسد احتياجات المشروع في اليوم السابع عشر، ولما كانت فترة التوريد

٧ أيام لذا يجب إصدار أمر الشراء في اليوم التاسع حتى تتوافر المواد الخام اللازمة في اليوم السادس عشر ، وتصبح عدد الحجرات المخزونة في نهاية اليوم السادس عشر ٨٨ حجرة (٨٤ حجرة مشتراة + ٤ حجرات متبقية) وبعد ١٧ يوماً أخرى سوف يصل التخزين إلى ما يكفي ٢ وحدات فقط ولذا يجب إصدار أمر الشراء الجديد في اليوم السادس والعشرين ليتم الاستلام في اليوم الثالث والثلاثون ، ويستمر العمل بهذا الشكل خلال العام كما هو موضح في شكل رقم (٧-٣).



شكل رقم (٧-٣)

ولا شك أن تحديد الكمية الاقتصادية عن طريق تحديد التكلفة الخاصة بكل نقطة من قيم ك يتطلب جهود حسابية ضخمة ، إلا أنه يمكن تحديد قيمة ك* عن طريق مفاضلة معادلة التكاليف الكلية ت م م. بالنسبة للتخزين ومساواة تفاضل بالصفر وبالتالي يتم استخراج قيمة ك* في هذه الحالة كما يلي :

$$\frac{[ت.م.م.(ك)] + [ت.س.ط.(ك)]}{ك} = \frac{[ت.م.م.(ك)]}{ك}$$

$$\frac{[س. + \frac{ط}{ك} + \frac{ك}{٢}]}{ك} =$$

$$\therefore = \frac{س}{٢} + \frac{ط}{ك} - \frac{ك}{٢}$$

$$\therefore \frac{س}{٢} = \frac{ط}{ك} - \frac{ك}{٢}$$

$$\frac{٢.س.ط}{س} = ٢.ك \therefore$$

$$\therefore \frac{٢.س.ط}{س} \sqrt{} = ٢.ك$$

ويتبين لنا مما سبق أن

$$\frac{س}{٢} = \frac{ط}{ك} - \frac{ك}{٢}$$

$$\text{أي أن } ٢.س.ط = ٢.ك$$

$$\text{وبالتالي } \frac{ط}{ك} = \frac{س}{٢} + \frac{ك}{٢}$$

$$\text{أي أن } ت.س.ط(ك) = ت.س.م(ك)$$

أي أن الكمية الاقتصادية للشراء تتحدد عند نقطة تساوى تكلفة إعادة الطلب مع تكلفة الاحتفاظ بالمخزون . وبالتالي يمكن أن يتم تحديد ك* كما يلي :

$$ت.س.ط(ك) = ت.س.م(ك)$$

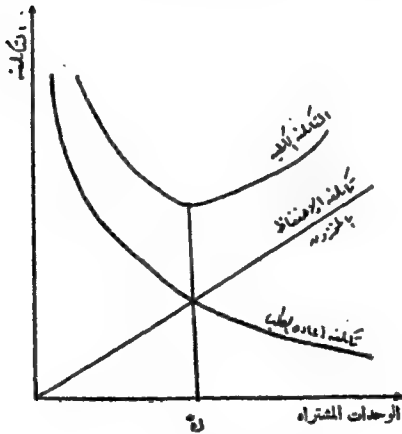
$$\text{أى س.} \left(\frac{\text{ط}}{\text{ك}} \right) = \text{س.} \left(\frac{\text{ك}}{\text{ط}} \right)$$

$$\text{٢. س.} = \text{ط. س.} \text{ك} \cdot ٢$$

$$\frac{\text{ط. س.} ٢}{\text{س.}} = \text{ك.} \cdot ٢$$

$$\sqrt{\frac{\text{ط. س.} ٢}{\text{س.}}} = \text{ك.} \cdot$$

ويمكن تحديد الكمية الاقتصادية للقراء ك • بالرسم كما يلي :



شكل رقم (٧-٤)

٧ — ٢ تحديد الكمية الاقتصادية للطلب في حالة وجود خصم كمية :

افترضنا في النموذج السابق أن سعر شراء الوحدة ثابت بغض النظر عن الكمية المطلوب شرائها ، إلا أنه كثيراً ما يرغب الموردون في تقديم خصم مقابل الشراء بكميات كبيرة لما يترتب على ذلك من ضمان حد أعلى للطلب على منتجاتهم ، كما يؤدي هذا الخصم إلى تخفيض تكلفة الشراء بالنسبة للشخص ، إلا أنه في مقابل ذلك يحتفظ المستهلك بمتوسط أكبر من المخزون كما يتعرض لمخاطر كثيرة منها التلف والبيوار وكذلك تجميد جانب من أموال المشروع في صورة مخزون سلمي

ويمكننا أن نأخذ خصم الكمية في الحساب عند تحديد الكمية الاقتصادية وذلك بمقارنة التكلفة السنوية للشراء والتخزين في حالة شراء الكمية الاقتصادية بالتكلفة المقارنة في حالة زيادة الكمية المشتراة لتمتع بالخصم المقدم من المورد وذلك كما في المثال التالي :

٧ — ٢ — ١ مثال :

نفرض في مثال (٧-٢-٢) أنه يمكن الحصول على خصم ٥ ٪ في حالة شراء ما يكفي احتياجات ٦ شهور دفعة واحدة في كل مرة يتم فيها الشراء ، فهل يقبل المشروع هذا العرض أم لا ؟

الحل :

تكلفة الشراء والتخزين السنوية في حالة شراء الكمية الاقتصادية أي ما يلزم

٨٤ حجرة .

$$= ٨٨٩,٠٥ + ٤٨ \times ١٥٠٠ = ٧٢٨٩,٩٥ جنيهاً .$$

وتكون تكلفة الشراء والتخزين السنوية في حالة شراء ما يلزم الإنتاج لستة

شهور كما يلي :

$$\text{سعر شراء الوحدة} = ٤٨ - ٤٨ \times \frac{٥}{١٠٠} = ٤٥,٦٠ \text{ جنيهاً.}$$

$$\text{س.د.} = ٢٥$$

$$\text{س.م.} = ١٠,٠٣ = \frac{٧٢}{١٠٠} \times ٤٥,٦٠ \text{ جنيهاً}$$

$$\text{ك.} = ٧٥٠ \text{ حجرة (ما يلزم إنتاج ٦ شهور)}$$

$$\text{التكلفة السنوية للاحتفاظ بالمخزون} = \frac{١٠,٠٣ \times ٧٥٠}{٢} = ٣٧٦١,٢٥$$

$$\text{التكلفة السنوية لإعادة الشراء} = \frac{١٥٠٠ \times ٢٥}{٧٥٠} = ٥٠$$

$$\text{التكلفة السنوية للشراء} = ١٥٠٠ \times ٤٥,٦٠ = ٦٨٤٠٠$$

$$\text{تكلفة الشراء والتخزين السنوية} = ٧٢٢١١,٢٥$$

وبهذا يقبل العرض المقدم من المورد إذ يؤدي إلى تحقيق وفورات قدرها

$$٦٧٨٨٩,٩٥ = ٧٢٢١١,٢٥ - ٦٧٨,٧٠ \text{ جنيهاً.}$$

ويمكن معالجة خصم الكمية بشكل عام كالآتي :

نفرض أن سعر شراء الوحدة هو س، إذا كانت الكمية المشتراة أقل من كـ

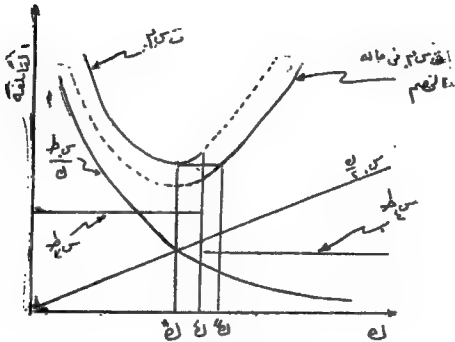
وأن سعر شراء الوحدة هو س، إذا كانت الكمية المشتراة أكبر من أو

مساوي كـ (علماً بأن $س \leq س$)

• نفرض أن الكمية الاقتصادية للشراء في حالة عدم أخذ تكلفة الشراء في الحسبان

هي ك •

نفرض $K^* < K$ وعندما $T.M. (K^*) = T.M. (K)$ وذلك كما في شكل (٧ - ٥)

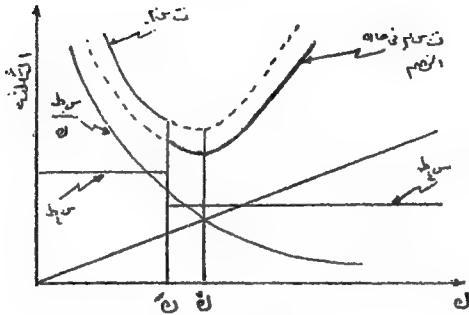


شكل (٧ - ٥)

ومنا يتوقف الحل على ما إذا كانت $K^* > K$ أو أن $K^* < K$ وذلك كما يلي:

$K^* > K$:

في هذه الحالة يكون من المربح شراء الكمية K^* إذ عندما يتحقق أقل تكلفة للشراء والتخزين ، وذلك كما هو موضح في شكل (٧ - ٦)



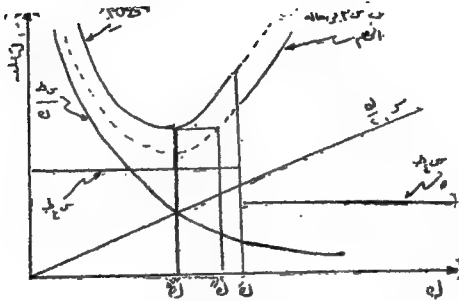
شكل رقم (٧ - ٦)

$$\frac{K^*}{K} < 1$$

وهنا ندرس حالتين

$\frac{K^*}{K} > 1$ وهنا نجد أن قبول الخصم يحقق وفورات المشروع ويمكن
الكسب الاقتصادية لشراء K^* ، كما في شكل (٧ - ٥) السابق .

$\frac{K^*}{K} \leq 1$ وهنا نجد أنه من المريح المشروع عدم قبول الخصم والالتزام
بشراء الكمية الاقتصادية K^* وذلك كما في شكل (٧ - ٧)



شكل رقم (٧ - ٧)

٧ - تحديد الكمية الاقتصادية في حالة عدم إمكانية التوريد دفعة واحدة :

قد يعتمد توريد الكمية المطلوبة دفعة واحدة سواء بسبب عدم توافرها لدى المورد أو تعلق ثمنها دفعة واحدة ، ولذا نفترض أن البضاعة لا تصل مرة واحدة بعد انقضاء فترة التوريد وإنما تصل بمعدل ثابت إلى أن يتم استكمال طلب التوريد بالكامل ، ويفترض أن معدلات التسليم أعلى من معدلات الاستخدام أو البيع فإن مستوى المخزون في هذا النموذج لا يصل إلى المستوى I_0 إذ يتم باستخدام جانب من المخزون أثناء عملية التوريد ، فإذا افترضنا

١٠ = معدل وصول المواد المطلوبة في اليوم

١١ = معدل استخدام أو بيع هذه المواد في اليوم

١٢ = الكمية المطلوبة

١٣ = الوقت اللازم لوصول الطلبيّة بالكامل

١٤

∴ $\frac{ك}{١٢} \times ١٢ =$ عدد الوحدات المستخدمة أو المباعه خلال فترة
توريد الطليية الجديدة .

$$ك - ك = \frac{ك}{١٢} \times ١٢ = \text{الحد الأقصى للخرقون}$$

$$+ ٦ = \left[\frac{ك}{١٢} \times ١٢ - ك \right] = \text{متوسط الخرقون}$$

$$٦ \text{ ت م س ط } (ك) = \frac{ط}{ك} \text{ س.ط}$$

$$٦ \text{ ت م س م } (ك) = \frac{١٢}{٢} \left[\frac{ك}{١٢} \times ١٢ - ك \right]$$

$$= \frac{١٢}{٢} \left[\frac{١٢}{١٢} - ١ \right]$$

$$∴ \text{ت م س م. (ك)} = \frac{١٢}{٢} \left[\frac{١٢}{١٢} - ١ \right] + \frac{١٢}{٢} = \frac{١٢}{٢}$$

وبمقارنة ت م س م. (ك) بالنسبة لـ ك ومساواتها بالصفر يتم الوصول إلى
ك * وذلك كما يلي :

$$\frac{١٢}{٢} \left[\frac{١٢}{١٢} - ١ \right] + \frac{١٢}{٢} = \frac{١٢}{٢} \left[\frac{١٢}{١٢} - ١ \right] + \frac{١٢}{٢}$$

$$0 = \left[\frac{1^2}{1^2} - 1 \right] \frac{1^2}{2} + \frac{1^2}{2} \cdot \frac{1^2}{2} \therefore$$

$$\left(\frac{1^2}{1^2} - 1 \right) \frac{1^2}{2} = \frac{1^2}{2} \cdot \frac{1^2}{2} \therefore$$

$$\frac{1^2}{\left(\frac{1^2}{1^2} - 1 \right) \frac{1^2}{2}} = \frac{1^2}{2} \therefore$$

$$\frac{1^2}{\left(\frac{1^2}{1^2} - 1 \right) \frac{1^2}{2}} \sqrt{} = \frac{1^2}{2} \therefore$$

ويمكن أيضاً الوصول إلى النتيجة السابقة من طريق مساواة 1^2 مع 1^2 كما يلي :

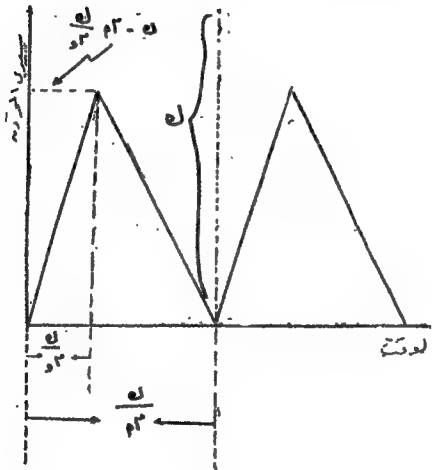
$$\left[\frac{1^2}{1^2} - 1 \right] \frac{1^2}{2} = \frac{1^2}{2}$$

$$\left[\frac{1^2}{1^2} - 1 \right] \frac{1^2}{2} = \frac{1^2}{2} \therefore$$

$$\frac{1^2}{\left(\frac{1^2}{1^2} - 1 \right) \frac{1^2}{2}} = \frac{1^2}{2} \therefore$$

$$\therefore V = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}}{\left(\frac{1}{2} - 1\right) \cdot \frac{1}{2}}$$

ويمكن توضيح ذلك في شكل (٧-٨)



شكل (٧-٨)

وبلاحظ أن متوسط المخزون في هذا النموذج أقل منه في النموذج السابق الأمر الذي يؤدي إلى قلة تكلفة التخزين السنوية في هذه الحالة وبالتالي زيادة حجم الكمية الاقتصادية للطلب وبالتالي انخفاض عدد مرات الشراء ، أي تؤدي سياسة التسليم الجوئية هذه إلى انخفاض كل من تكلفة إعادة الطلب وكذا انخفاض تكلفة الاحتفاظ بالمخزون الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض تكلفة التخزين السنوية .

ويمكن التحقق من ذلك بمقارنة قيمة k في كلا الحالتين ، إذ يتبين أن

$$\text{نظام الكسر في النموذج الأول } s_1 \text{ بينما هو } s_2 \left(\frac{1^2}{s_2} - 1 \right) \text{ في النموذج}$$

$$\text{الثاني وبما أن } s_1 < s_2 \text{ أي أن } \frac{1^2}{s_2} < \dots$$

$$\text{إذًا } s_1 < s_2 \left(\frac{1^2}{s_2} - 1 \right)$$

$$\frac{\sqrt{\frac{2 \cdot s_2 \cdot \text{ط}}{s_1}}}{\left(\frac{1^2}{s_2} - 1 \right)} < \sqrt{\frac{2 \cdot s_2 \cdot \text{ط}}{\left(\frac{1^2}{s_2} - 1 \right)}}$$

٧ - تحديد الكمية الاقتصادية في حالة السماح بتلبية الطلب أثناء فترة نفاذ

المخزون :

نفترض في هذا النموذج أن المشروع يمكنه في فترة لاحقة تلبية الطلبات الواردة خلال فترة نفاذ المخزون backorder ، وكما هو متوقع يتحمل المشروع تكلفة نتيجة إنتظار بعض الطلبات إلى حين توافر المخزون وكذا فقدان المشروع اسمعته الطيبة ، هذا بالإضافة إلى ضرورة الاحتفاظ بسجلات خاصة

بطلبيات العملاء وكذا ضياع فرصة إستخدام الأموال التي كانت من الممكن الحصول عليها نتيجة البيع وذلك بالإضافة إلى غيرها من بنود التكلفة المختلفة ،
وتصبح المشكلة في هذا النموذج هو تحديد الكمية الاقتصادية المطلوب عند كل أمر شراء وكذا تحديد تلك الكمية التي سيرتبط للشروع بتوريدها نتيجة نفاذ المخزون :

فإذا كان :

ك = الكمية المطلوبة

ط = الطلب السنوي

ب = عدد الوحدات التي تطلب من المشروع أثناء نفاذ المخزون ويعتمد المشروع بتليتها عند استكمال المخزون .

س = تكلفة إعداد الطلبية أو تكلفة التعجيل .

سم = التكلفة السنوية للاحتفاظ بوحدة مخزون .

سم = التكلفة السنوية لتلبية وحدة طلب خلال فترة نفاذ المخزون .

$$\frac{ل - ب}{٢} = \text{متوسط المخزون}$$

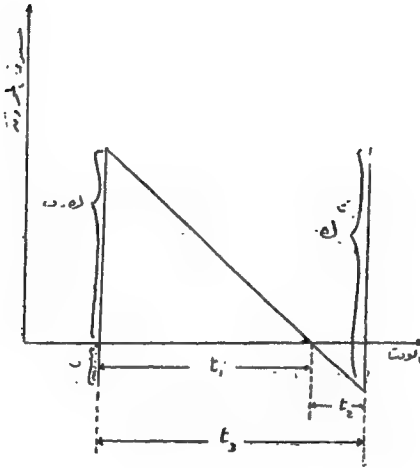
$$ع = \frac{ط}{ل} = \text{عدد مرات الشراء خلال العام}$$

ت = الوقت ما بين وصول الطلبية ووقته نفاذ المخزون

تم = الوقت ما بين نفاذ المخزون ووصول طلبية جديدة

تم = الوقت ما بين الطلبات المتتالية

ويمكن توضيح هذا النموذج بالشكل التالي :



شكل (١-٧)

ولحساب كل من تكلفة التخزين وتكلفة إعادة الطلب يجب تحديد فترة تواجد المخزون وهي t_1 وكذا تحديد فترة نفاذ المخزون وهي t_2 ، ويلاحظ من شكل (١-٧) أن:

$$t_1 + t_2 = t_3$$

$$\frac{t_1}{t_3} = \frac{ل.ب}{ل.ج}$$

$$\frac{ب}{ل} = \frac{س}{س}$$

و تكون :

ت س م (ل ، ب) = س م × (متوسط المخزون) × (نسبة الوقت الخاص
بوجود مخزون للوقت السكلي)

$$س = \left(\frac{ب - ل}{٢} \right) \cdot \frac{ت}{٣}$$

وعنا يجب التعبير عن قيمة ت س م (ل ، ب) كدالة في المتغيرات ل ، ب
هكذا كما يلي :

$$ت س م (ل ، ب) = \left(\frac{ب - ل}{٢} \right) \left(\frac{ب - ل}{ل} \right) س = \frac{س (ل - ب)^٢}{٢ ل}$$

وكذا يتحمل للشروع بمكلفة نفاذ المخزون خلال الفترة ت س م فقط فإذا
هزنا لها بت س ف (ل ، ب) فإنه يمكن التعبير عنها كما يلي :

ت س ف (ل ، ب) = س م (متوسط الواجبت المطلوبة خلال فترة نفاذ
المخزون) × (نسبة الوقت الخاص بنفاذ المخزون)

$$س = \frac{ب}{٢} \times \frac{ت}{٣} \times س م$$

وبالتعبير عن $\frac{ت_٢}{ت_١}$ بدلالة $ل$ ، $ب$ نجد :

$$ت س ف (ل ، ب) = س_١ \times \frac{ب}{٢} \times \frac{ب}{ل} = \frac{س_١ ب^2}{ل^2}$$

أما تكلفة إعادة الطلب فهي لم تتغير عن النموذج الأول أي أن :

$$ت س ط (ل) = \frac{س_٢ ط}{ل}$$

وبذا نعبّر عن تكلفة التخزين السنوية $ت س م (ل ، ب)$ كما يلي :

$$ت س م (ل ، ب) = ت س ط (ل) + ت س م (ل ، ب) + ت س ب (ل ، ب)$$

$$= \frac{س_٢ ط}{ل} + \frac{س_١ (ب - ل)^2}{ل^2} + \frac{س_١ ب^2}{ل^2}$$

ولتحديد أقل قيمة ممكنة للتكلفة السنوية يتم تفاضل $ت س م (ل ، ب)$ جريباً بالنسبة لـ $ل$ ثم بالنسبة لـ $ب$ ويتم مساواة التفاضل بالصفر وبالتالى نصل إلى قيم $ل^*$ ، $ب^*$ عن طريق حل المعادلتين، وفيما يلي قيم كل من $ل^*$ ، $ب^*$:

$$ل^* = \sqrt{\left(\frac{س_٢ ط}{س_١} \right) \left(\frac{س_١}{س_١ + س_٢} \right)}$$

$$ب^* = \frac{س_١}{س_١ + س_٢} ل^*$$

وللاحظ هنا أنه لقيم s المرتفعة تقل قيمة b * وتقترب قيمة a * من قيمتها في النموذج الأول، كما أن a * تصل إلى أقصى قيمة لها وفقاً لهذا النموذج عندما تستمر قيمة s في التناقص ، وفي حالة تساوى s مع s_p فإن $b = 0$ * و a * يقتضى متوسط المخزون مع متوسط نفاد المخزون وبالتالي يقتضى الفترة t مع t_p وتكون a * في هذه الحالة مساوية لـ a_p * في النموذج الأول .

٧-٥-١ مثال :

إذا ما توافرت البيانات التالية عن أحد المتاجر

ط = ٣٥٠ وحدة في السنة

س. = ٥٠ جنياً لكل أمر شراء

س_١ = ١٣,٧٥ جنياً للوحدة

س_٢ = ٢٥ جنياً للوحدة

لما هي الكمية الاقتصادية الواجب شرائها وكذا الكمية المسموح بها أثناء فترة نفاد المخزون حتى تكون التكلفة أقل ما يمكن ؟

الحل :

$$a = \sqrt{\frac{(20 + 13,75)(300)(50)}{13,75}}$$

≈ ٦٣ وحدة

$$b = 300 \times \frac{13,75}{20 + 13,75}$$

≈ ٢٢ وحدة .

ولابد ان نماذج السابقة بمثابة حصر لكل النماذج الرياضية المستخدمة في تحديد الكمية الاقتصادية للشراء في حالات الطلب من فترة لآخرى ، إذ أن هناك نماذج أخرى تقوم أساساً على إفتراض ثبات الطلب وذلك مثل النموذج الخاص بتحديد الكمية الاقتصادية في حالة السماح بنفاذ المخزون وكذا عدم إمكانية التوريد دفعة واحدة ، وكذا النموذج الخاص بتحديد الكمية الاقتصادية للشراء لعناصر مختلفة من عناصر المخزون في المشروع والتي ترتبط جميعاً بإمكانيات ومساحات مخزنية محدودة ، ويهدف هذا النموذج الأخير إلى تحديد الكمية الاقتصادية من كل عنصر تحت شرط أن تكون مجموع الكميات للمشتراة من العناصر المختلفة في حدود العلاقة المخزنية المتاحة ، هذا بالإضافة إلى نماذج أخرى عديدة تناولها في كتابات أخرى أكثر تخصصاً في هذا الموضوع ، وقد تناول المؤلف جانب منها في كتاب مقدمة في بحوث العمليات .

ولتنظيم النقص في النماذج السابقة والتي تقوم على إفتراض التأكد يمكن الاحتفاظ بمقدار أدنى من البضاعة المخزونة ما يسمى بمقدار الأمان *buffer stock* وذلك لمواجهة التغيرات التي قد تطرأ في الطلب وكذا التغيرات التي قد تطرأ في إمكانيات التوريد سواء كان ذلك دفعة واحدة أو على دفعات كما بينا في النماذج السابقة .

ويتم حساب هذا الحد الأدنى بالشكل الذي يضمن أن احتمال نفاذ المخزون يقل عن حد معين ، ورغم أن تحديد الحد الأدنى بهذا الشكل يقتضي التعرض لنظرية الاحتمالات وهو ما يخرج عن نطاق هذا الكتاب ، كما أن تحديد الحد الأدنى بهذا الشكل ليس أيضاً بالحل الأمثل إذ يقتضي الأمر أن نأخذ في الحسبان التغيرات المحتملة في إمكانيات التوريد وذلك عند بناء النموذج حتى نصل إلى الحل الأمثل المعبّر عن الواقع الفعلي آخذين في الحسبان الاحتمالات المختلفة ، إذ أن

أغفال هذه العوامل ثم محاولة تداركها بوضع حد أدنى لا يؤدي إلى الوصول إلى الحد الأمثل .

إلا أن بناء النموذج الشامل الذي يأخذ هذه التغيرات المختلفة في الحسبان ثم تحليل النموذج والوصول منه إلى الحل الأمثل ليس بالأمر السهل ونأمل أيضاً تغطية جانب من هذه الدراسات في كتب أخرى متقدمة ، إلا أننا نكتفي في هذا الصدد بأنه يمكن الاحتفاظ بحد أدنى لمواجهة مخاطر عدم التأكد هذه على أن يتم تحديد هذا الحد الأدنى بما يساوى إحتياجات المشروع لعدة أيام ، ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي :

٧-٥-٢ مثال :

إذا كانت إحتياجات المشروع السنوية من مادة عام معينة هو ٤٠٠ وحدة ، وكانت التكلفة الخاصة بإصدار أمر الشراء ١٠ جنيه وكانت تكلفة الوحدة المخزونة ٢٠ جنيهاً فالسكينة الاقتصادية للشراء في كل مرة ؟ وإذا قرر المشروع ضرورة الاحتفاظ بمخزون يمكن ١٠ أيام لمواجهة التغيرات المحتملة في مواعيد التوريد وإذا كان هناك حالياً حد أدنى بما يكفي ١٠ أيام فالسكينة الواجب شرائها في أول مرة بما يضمن الوصول بالحد الأدنى إلى المستوى المطلوب ؟

الحل :

$$\frac{400}{4000} \sqrt{\frac{400 \times 10 \times 2}{3}} \sqrt{\frac{2 \text{ س.ط}}{3 \text{ س}}} = ٢٠٠$$

٢٠٠ وحدة =

أي أن كمية الشراء الاقتصادية هي ٢٠٠ وحدة في كل مرة أي مرة كل ستة شهور على أن تكون مرة الشراء الأولى مساوية :

الكمية الاقتصادية للشراء = احتياجات ه أيام

$$= 200 + 10 \times 5 = 250 \text{ وحدة .}$$

٧-٦ تحديد الكمية الاقتصادية للشراء في حالة عدم تساوى الطلب من فترة لآخرى:

نفترض في هذا النموذج أن الطلب معروف مقدماً لإدارة المشروع إلا أن حالة التناقص هذه لا تعني أن يكون الطلب ثابتاً من فترة لآخرى إذ قد يزيد الطلب على منتجات المشروع في بعض الفترات ويقل في فترات أخرى ، وذلك كما هو الحال في الطلب على المياه الغازية ، إذ يزيد الطلب في شهور الصيف عن في شهور الشتاء .

وهناك عدة طرق لعلاج هذه الحالة ، منها أن يؤخذ متوسط الطلب خلاله العام ثم تستخدم النماذج السابقة التي تفترض ثبات الطلب من فترة لآخرى على أن يكون هذا الطلب للمتوسط بمثابة الطلب الثابت في النماذج السابقة ، ويتمتع على ذلك أنه يتم طلب نفس الكمية في كل مرة ، إلا أنه نظراً لارتفاع الطلب وانخفاضه من فترة لآخرى فإن الوقت ما بين أوامر الشراء سوف يتعرض لتغيره بالنقص والزيادة مع زيادة ونقص الطلب ، وقد يلجأ المشروع إلى تحديد متوسط الطلب الشهري ط ثم نحدد ل* ، ثم يتم تحديد فترة ثابتة للشراء

ت = ط / ل* ، ثم يتم شراء كمية مختلفة في نهاية كل فترة ت حتى تصل إلى مستوى

ل* وبطبيعة الحال في حالات انخفاض الطلب سوف نحدد مخزون مرتفع نسبياً في نهاية الفترة ت فيتم شراء كمية أقل من الكمية ل* للوصول إلى المستوى

١٠* وعلى العكس في حالة ارتفاع الطلب يتم شراء كمية أكبر حتى يصل إلى المستوى ١٠* .

إلا أن كثيراً ما يعتمد كلا الإنهماين عن الحل الأمثل ، إذ أن إختلاف الطلب من شهر لآخر قد لا يقتضى بالضرورة أن يتم شراء كميات ثابتة كل مرة أو قد لا يقتضى ضرورة الشراء على فترات ثابتة كالغراء مرة كل شهر مثلاً .

ويمكن تحديد الكمية الاقتصادية للشراء في حالة عدم تساوى الطلب عن طريق حساب التكلفة للتوسطة في حالة الشراء لمدة واحدة فقط ثم حساب المتوسط في حالة الشراء بما يكفى لإحتياجات مدين وهكذا يتم حساب التكلفة في حالة الشراء لمدة مختلفة مستقبلية وتكون الكمية الاقتصادية هى تلك الكمية التى تؤدى إلى أقل تكلفة متوسطة ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالى :

١٠-٦-١ مثال :

نفرض أن الطلب على المنتج فى السنة أسابيع القادمة كما يلى :

٦	٥	٤	٣	٢	١
١٠٠	٢٠	٣٠	٥٠	٥٠	١٠٠
الطلب					

فكانت تكلفة أمر الغراء س. = ٢٠ جنيهاً والتكلفة الأسبوعية للإحتفاظ بوحدة المخزون ٢٠ و جنيهاً فال المطلوب تحديد الكمية الواجب شراؤها وتوقيته للغراء لتلبية الإحتياجات الخاصة بالأسابيع القادمة .

الحل هذا المثال وعلى عكس الحالات السابقة التى تميزت بثبات الطلب نقوم بإعادة حل المسألة مع كل رقم جديد للطلب، وبفرض أنه يتم إستخدام المخزون

بالكامل في بداية كل فترة فإننا نقوم بحساب التكلفة الخاصة بإصدار أمر شراء
لاسبوع واحد فقط وكذا أسبوعين وثلاثة أسابيع ... إلخ ثم نختار السياسة التي
تؤدي إلى تخفيض متوسط التكلفة الكلية الخاصة بالتخزين وذلك كما يلي :

— الشراء لاسبوع واحد :

شراء ١٠٠ وحدة فتكون التكلفة $= ٣٠ + ٠ = ٣٠$ جنيهاً (تكلفة
المخزون تساوى صفراً إذ نفترض استخدام الوحدات المفترقة مرة
واحدة في بداية الأسبوع) إذا متوسط تكلفة الاسبوع $= \frac{٣٠}{١} = ٣٠$
جنيهاً $= ٣٠$

— الشراء لاسبوعين :

شراء ١٥٠ وحدة فتكون التكلفة $= ٣٠ + ١ \times ٢٠ \times ٥٠ = ٤٠$ جنيهاً وتصبح متوسط التكلفة في الأسبوع $= \frac{٤٠}{٢} = ٢٠$ جنيهاً

— الشراء لثلاث أسابيع :

شراء ٢٠٠ وحدة فتكون التكلفة $= ٢٠ + ٢ \times ٢٠ \times ٥٠ = ٢٠$ جنيهاً
 $+ ٢ \times ٢٠ \times ٥٠ = ٢٠ + ١٠ + ٢٠ = ٦٠$ جنيهاً
وتصبح متوسط التكلفة في الاسبوع $= \frac{٦٠}{٣} = ٢٠$ جنيهاً

— الشراء لأربعة أسابيع :

شراء ٢٢٠ وحدة فتكون التكلفة

$= ٣٠ + ١ \times ٢٠ \times ٥٠ + ٢ \times ٢٠ \times ٥٠ + ٢ \times ٢٠ \times ٢٠ = ٧٨$ جنيهاً
 $= ٣٠ + ١٠ + ٢٠ + ١٨ = ٧٨$ جنيهاً

وتصبح متوسط التكلفة في الاسبوع $= \frac{٧٨}{٤} = ١٩.٥٠$ جنيهاً

— الشراء لخمس أسابيع :

شراء ٢٥٠ وحدة فتكون التكلفة $= ٧٨ + ٢ \times ٢٠ \times ٥٠ = ٩٤$ جنيهاً

وتصبح متوسط التكلفة في الاسبوع $\frac{1}{3} = 94 = 18,80$ جنيه

— الشراء لسبعة أسابيع :

شراء ٢٥٠ وحدة فتكون التكلفة $= 94 + 100 \times 20 \times 5$

$= 194$ جنيه

وتصبح متوسط التكلفة في الاسبوع $= \frac{194}{2} = 97,22$ جنيه

وهنا نلاحظ اتجاه التكلفة الكلية للتخزين إلى الزيادة وبالتالي عدم وجود مزايا من زيادة الكمية المطلوبة ، ولذا يصدر أمر شراء بـ ٢٥٠ وحدة لمدة خمسة أسابيع على أن يبدأ حل المسألة من جديد ابتداء من الاسبوع السادس ليصبح بمثابة الاسبوع الأول في الحل الجديد ، ولا تؤدي هذه الطريقة بالضرورة إلى الحل الأمثل في كل الحالات ، إذ أن اتجاه النسبة إلى الارتفاع لا يفي أننا وصلنا إلى أدنى تكلفة ممكنة إذ قد تنخفض النسبة بعد ارتفاعها وتصل إلى مستوى أقل من المستوى الأدنى الأول ويحدث هذا عادة إذا كان هناك فترات من الطلب المنخفض لاحق لفترة من الطلب المرتفع .

٧-٢ مثال :

نفترض في المثال السابق أن الطلب للأسابيع اللاحقة للأسابيع الستة الأولى كان كما يلي :

الاسبوع	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
الطلب	١٠	٨	٦	٢	٢	٢	٢

— الشراء لسبعة أسابيع :

شراء ٣٦٠ وحدة فتكون التكلفة $= 194 + 10 \times 20 \times 3$

$= 194 + 12 = 106$

وتكون متوسط التكلفة في الاسبوع $= \frac{106}{2} = 53,22$ جنيه

— الشراء ثمانية أسابيع :

$$\begin{aligned} \text{شراء } ٢٦٨ \text{ وحدة فتكون التكلفة} &= ٢٠٦ + ٨ \times ٢٠ \\ ٢١٧,٢ &= ٢٠٦ + ١٦٠ \end{aligned}$$

$$\text{وتكون متوسط التكلفة في الاسبوع} = \frac{٢١٧,٢}{٨} = ٢٦,٤ \text{ جنيهاً}$$

— الشراء لتسعة أسابيع :

$$\begin{aligned} \text{شراء } ٢٧٤ \text{ وحدة فتكون التكلفة} &= ٢١٧,٢ + ٩,٦ \\ ٢٢٦,٨ &= \end{aligned}$$

$$\text{وتكون متوسط التكلفة في الاسبوع} = \frac{٢٢٦,٨}{٩} = ٢٥,٢ \text{ جنيهاً}$$

— الشراء لعشرة أسابيع :

$$\begin{aligned} \text{شراء } ٢٧٦ \text{ وحدة فتكون التكلفة} &= ٢٢٦,٨ + ٢ \times ٢٠ \\ ٢٣٠,٨ &= ٢٢٦,٨ + ٤٠ \end{aligned}$$

$$\text{وتكون متوسط التكلفة في الاسبوع} = \frac{٢٣٠,٨}{١٠} = ٢٣,٠٨ \text{ جنيهاً}$$

— الشراء لإحدى عشرة أسبوعاً :

$$\begin{aligned} \text{شراء } ٢٣٨ \text{ وحدة فتكون التكلفة} &= ٢٣٠,٨ + ٢ \times ٢٠ \\ ٢٣٤,٨ &= ٢٣٠,٨ + ٤٠ \end{aligned}$$

$$\text{وتكون متوسط التكلفة في الاسبوع} = \frac{٢٣٤,٨}{١١} = ٢١,٣ \text{ جنيهاً}$$

— الشراء لإثني عشر أسبوعاً :

$$\begin{aligned} \text{شراء } ٣٤٠ \text{ وحدة فتكون التكلفة} &= ٢٣٤,٨ + ٢ \times ٢٠ \\ ٢٣٨,٨ &= ٢٣٤,٨ + ٤٠ \end{aligned}$$

وتكون متوسط التكلفة في الاسبوع $\frac{238,8}{12} = 19,9$ جنيه،

— الشراء لثلاثة عشر أسبوعاً :

شراء ٣٤٢ وحدة فتكون التكلفة $238,8 + 2 \times 20 \times 12 =$

$= 238,8 + 48 = 286,8$

وتكون متوسط التكلفة في الاسبوع $\frac{286,8}{13} = 18,73$ جنيه،

إذ يتبين من المثالين السابقين أن الشراء خمسة أسابيع يؤدي إلى متوسط تكلفة ١٨,٨٠ جنيهًا ورغم ارتفاع متوسط التكلفة إلى ٣٣,٣٣ جنيهًا في حالة ستة أسابيع إلا أن متوسط التكلفة قد اتجه إلى الانخفاض المستمر بعد ذلك حتى أصبح ١٨,٧٣ جنيهًا في الاسبوع في حالة للشراء لثلاثة عشر أسبوعاً أي بمتوسط تكلفة أقل مما يكون عليه الحال في حالة للشراء لمدة خمس أسابيع فقط .

وعلى هذا الأساس فإن تحديد التكلفة المتوسطة واتخاذها كأساس لتحديد الكمية الاقتصادية للشراء كما في المثال السابق لا يؤدي أيضاً بالضرورة إلى الحل الأمثل، ونشير هنا إلى استخدام البرامج المتحركة Dynamic Programming في ظل هذا النوع من المشاكل ، إذ يؤدي استخدام هذا الأسلوب إلى الوصول إلى الحل الأمثل ، إلا أن استخدام البرامج المتحركة يحتاج في أغلب الأحوال إلى استخدام الحاسب الآلي لما يتطلبه هذا الأسلوب من تقييم بدائل عديدة من أجل الوصول إلى الحل الأمثل .

الفصل الثامن

دراسة طرق العمل

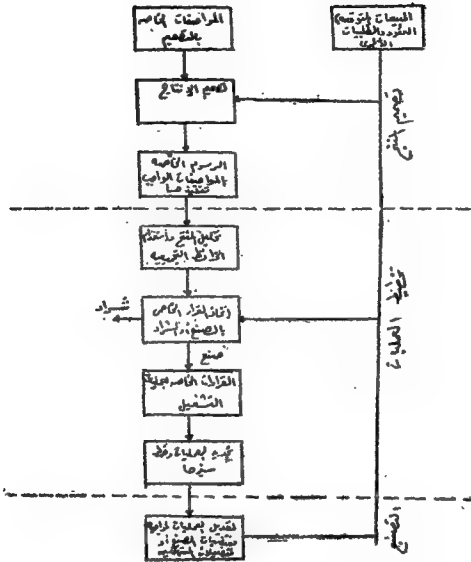
والعصر البشرى فى النظم الإنتاجية

٨ - ١ مقدمه :

لقد تكلنا فى الفصل الخامس عن تصميم المنتج ، وأوضحنا أنه يمثل نقطة البداية للمبليات الإنتاجية إذ تتحدد الكثير من الأمور خلال هذه المرحلة مثل أنواع الخامات التى سنستخدم ، الأجزاء التى سيتكون منها المنتج والمبليات للصناعية اللازمة لتنفيذه ، وتتم الوظيفة الخاصة بتصميم المنتج بإعداد الرسومات الهندسية التى تحدد وتصف ما يجب عمله وتنفيذه بدقة كافية .

وبإنتهاء هذه المرحلة تبدأ عملية تخطيط المبليات ، إذ يقوم المسؤولون عنها بدراسة الرسوم والمواصفات الخاصة بالأجزاء المختلفة التى يتكون منها المنتج ، وفى ضوء ذلك يحددون طبيعة المبليات اللازمة لتصنيع كل جزء من هذه الأجزاء ، كما يتم أيضاً تحديد الكمية الواجب تصنيعها من هذا المنتج وذلك فى ضوء البيانات الخاصة بالمبيعات المتوقعة بالإضافة إلى أية تعاقبات خاصة للمشروع ، ويمكن توضيح العملية الخاصة بإنتاج سلعة ما والعلاقة بين المراحل المختلفة التى تمر بها وذلك كما فى شكل (٨ - ١) .

وتحتوى غالبية الأعمال فى المشروعات الصناعية قدراً من الإرباط بين العامل والآلة ، فرغم أنه ما زال هناك قدر كبير من العمل اليدوى فى بعض المشروعات للصناعية ، إلا أن العمل فيها غالباً ما يتضمن استخدام بعض الأدوات أو العدد الميكانيكية المساعدة ، كما أنه حتى فى النظم الأوتوماتيكية فإنه لا غنى من



شكل (٨ - ٢)

فوجود عمالة بشرية بوعلى هذا فإنه فى أى من النظم الإنتاجية يتم استخدام
طسب متفاوتة من كل من العنصرين . وهنا تظهر أهمية دراسة الشغل وطرق
أدائه بما يؤدى إلى حسن استخدام الموارد الإنتاجية المتاحة وبالتالى مساعدة
المشروعات على أداء أعمالها بدرجة عالية من الكفاءة والفاعلية .

وتتقسم دراسات العمل إلى جزئيتين ، الأولى خاص بتصميم طرق العمل والثاني خاص بقياس العمل . ويتضمن تصميم طرق العمل كيفية إيجاد أفضل الطرق لأداء العمل وذلك من خلال دراسة نظم العمل الحالية من ناحية وكذلك لتنظيم المثل الواجب إتباعها من ناحية أخرى حتى يمكن الوصول إلى أفضل الطرق التي يمكن إتباعها أخذاً في الحسبان الواقع الفعلي وحتى يمكن الوصول إلى أفضل الطرق لإستخدام وتوجيه الموارد المتاحة لإنتاج المنتج النهائي أو لتقديم الخدمة الخاصة بالمشروع . أما قياس العمل فيتضمن تحديد الوقت اللازم لأداء الأعمال بواسطة أشخاص مؤهلين ومدربين على أداء هذه الأعمال وفقاً للطرق المثل السابق تحديدها . ويطلق على دراسة العمل في كثير من الأحيان بدراسة الزمن والحركة Time and Motion Study

وسوف نناقش في هذا الفصل تصميم طرق العمل وقياسه ثم نتناول التنظيم الإنتاجية والعلاقة بين العنصر البشري والآلة في كل منها ، وأخيراً الكيفية والأدوات التي تستخدم في تطوير وتحسين القدرات الخاصة بالعنصر البشري وأهم تلك الأدوات وأكثرها فاعلية وهي التدريب .

٨ - ٢ تصميم طرق العمل Work Design .

عادة ما يتم تدفق الأعمال في أى مشروع في شكل سلسلة من الخطوات التتابعية التي تؤدي بواسطة الأفراد العاملين بالمشروع . ويمكن التحسين عادة عن تسلسل هذه الأعمال بواسطة مجموعة من الخرائط التي تسهل وتساعد على توضيح الخطوات المطلوب تنفيذها . ومن أهم تلك الخرائط :

٨ - ٢ - ١ الخرائط التجميعية Assembly or Gzinto Charts

تساعد هذه الخرائط في توضيح تدفق المواد والأجزاء خلال العمليات

٨-٢-٢ خرائط العمليات أو التشغيل Operations Proces Chart

بعد تحديد المرافقات وتجهيز الرسومات الخاصة بالأجزاء المكشوفة للمنتج وتحديد التجميعات الفرعية والريسية اللازمة ، تكون الخطوة التالية هي تحديد كيف يتم التصنيع بمعنى تحديد العمليات الصناعية اللازمة للقيام بها ، والمعدات المستخدمة في كل منها ، وذلك ما توفره خريطة العمليات، إذ تلخص كل الخطوات المطلوبة لتصنيع المنتج ، وتستخدم بعض الرموز المتعارف عليها في هذه الخرائط لترمز لعمليات التصنيع وعمليات التفكيك والقصص ، وترمز الدائرة O إلى عملية تصنيع ، كما يرمز □ إلى عملية قصص وتفكيك ، ويرمز (O) إلى عملية تجميع أو تعبئة .

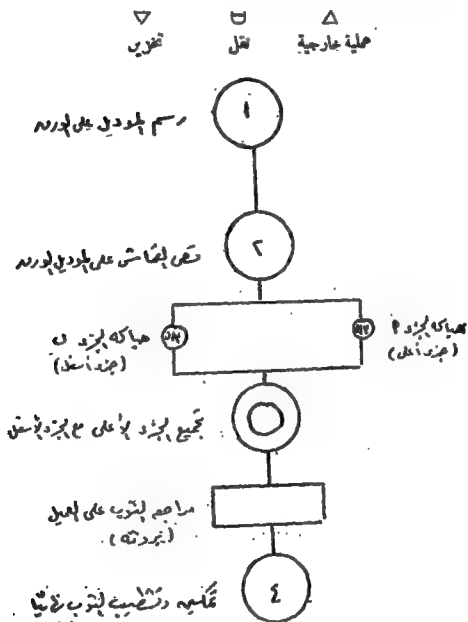
ولا تقتصر أهمية هذه الخرائط على المنتجات الجديدة فقط ، بل لما أهميتها الكبيرة أيضاً بالنسبة للمنتجات القائمة ، وذلك بسبب التغيرات المستمرة التي تحدث بمرور الوقت سواء فيما يتعلق بتصميم المنتج أو فيما يتعلق بنوع العمليات الصناعية المستخدمة نتيجة التقدم التكنولوجي المستمر في التصنيع ، ويوضح شكل رقم (٨ - ٣) خريطة العمليات بتفصيل وحيكا كالمبوسات .

٨-٢-٢ خرائط تدفق عمليات التشغيل Flow Process Charts

ولا تختلف عن الخرائط السابقة إلا في أنها تحتوي على تفاصيل أكثر ، حيث يوضح عليها بالإضافة لما سبق العمليات الخاصة بالنقل والتخزين ، وتستغرق هذه الألفطة الغير إنتاجية جزءاً كبيراً من الوقت المستعمل في الإنتاج الكلي ، كما أنها تتطلب معدات وأفراد وذلك للقيام بعمليات النقل والتحميل والتفريغ، ولهذا تحاول الإدارة العمل دائماً على أن تقلل من التكاليف الخاصة بتلك الألفطة إلى أقل حد ممكن .

. وتتطلب هذه الخرائط رموزاً إضافية للتعبير عن الألفطة الغير الإنتاجية

و هناك أنواعاً واختلافاً في شكل الرموز المستخدمة، وفيما يلي أمثلة لبعض هذه الرموز والتي سنستخدمها في هذا الكتاب .



شكل (٨-٢)

ويمكن هذه الخرائط من ملاحظة التفاصيل الخاصة بمراحل التصنيع ومناقشتها ومن ثم تقرير ما إذا كان ممكناً إستيعاد بعض هذه العمليات ، كما أنها تمكن من تحقيق أفضل تتابع أو تدفق ممكن للعمليات الإنتاجية .

وهو ما تستخدم خرائط العمليات على مستوى عام بالنسبة للتج ككل ، في حين تستخدم خرائط تدفق العمليات بالنسبة لقطاع أو جزء من المنتج ويوضح شكل (٨ - ٤) خريطة تدفق التشغيل بالنسبة للتجهيزات الجلدية .

٨ - ٢ - ٤ المستندات الخاصة بخطة سير العمليات :

لما كان أى منتج يتكون من مجموعة من الأجزاء فإن كل جزء يتم دراسته وتحليله من أجل تحديد العمليات اللازمة للتصنيعه ، ويتم تلخيص هذه البيانات على ورقة تسمى بورقة خط السير ، وتوضح هذه الورقة :

- (١) العمليات المطلوب أداؤها وأفضل ترتيب لتوالى هذه العمليات .
- (٢) تحديد الآلات أو المعدات التى ستستخدم فى كل عملية .
- (٣) تقدير الوقت اللازم للتشغيل والوقت الخاص بالإعداد وذلك بالنسبة لكل جزء .

أما المعلومات والبيانات التفصيلية الخاصة بمراحل وطرق الصنع ، فيمكن أن يتم توضيحها فيما يسمى بورقة العمليات ، والتى توضح بتفصيل دقيق كيفية تنفيذ كل عملية .

وعلى هذا فإن الورقتين معاً - ورقة خط السير وورقة العمليات - يحددان الكيفية التى يمكن بها تصنيع المنتج ، ويعتبر هذان المستندان على درجة كبيرة من الأهمية للنشأة ولتصميم النظام الإنتاجى .



وبالإنتهاء من عملية تخطيط العمليات ، وتصميم النظام الإنتاجي ، لا تظهر الحاجة إلى الورقة الخاصة بخطط السير ، حيث أن الأمور تسهر بعد ذلك بشكل حكر ولا يشتر ترتيب العمليات أى مشكلة ، أما بالنسبة لورقة العمليات فيتم الاحتفاظ بها ضمن المستندات الخاصة بالإنتاج وقد لا تظهر الحاجة إليها إلا في بعض الحالات مثل تدريب بعض العاملين الجدد .

٨ - ٢ قياس العمل Work Measurement :

هناك مجموعة من الطرق التي تفيد في تحديد مستويات الأداء الواجب إتباعها والتي تتخذ كأساس في قياس العمل هي :

- ١ - استخدام بيانات الأداء التاريخية كأساس للتنبؤ .
- ٢ - استخدام دراسات الزمن كأساس لوضع معدلات الأداء .
- ٣ - التحديد المسبق لأنماط الوقت الخاص بالعمل .
- ٤ - استخدام البيانات المبدئية .
- ٥ - دراسة عينة عمل .

وسوف نوضح كل طريقة بإيجاز فيما يلي :

٨ - ٢ - ١ استخدام البيانات التاريخية كأساس للتنبؤ :-

Estimates Based on Historical Data

إن تحديد مستويات الأداء في ضوء الخبرة السابقة والسجلات التاريخية دون أى دراسة لطرق العمل أمر يشوبه الكثير من العيوب التي يمكن بيان أهمها فيما يلي :

- ١ - أنها لا تأخذ في الحسبان ما يمكن التوصل إليه من طرق أفضل للأداء أثناء دراسة وتطوير طرق العمل .

٢ - ليس من الضروري أن تتأهل أعمال المشروع مما يصعب منه تتبع طرق أدائها تاريخياً .

٣ - عدم وجود مقياس مناسب يصلح استخدامه كأساس لقياس .

ولذا فإن قياس العمل يقتضى أساساً دراسة لطرق العمل حتى يمكن الوصوله إلى أسس دقيقة للقياس يرضى عنها كل من صاحب العمل والعمال ، على أن يتم مراجعة هذه الأسس بشكل مستمر مع أى تطوير فى كيفية أداء العمل .

٨-٣-٢ دراسة الزمن Stopwatch Time Study

تعد دراسة الزمن أكثر الأسس شيوعاً لقياس العمل ، إذ يتم باستخدام الساعة لليقائية Stopwatch فى تحديد الوقت المتوسط اللازم لأداء العمل . ويتم قياس هذا الوقت المتوسط بالنسبة لعمال مهرة مدربة على أداء الأعمال ، على أن يتم ذلك فى ظروف عمل نمطية ، وذلك بالنسبة لكل جزء من أجزاء العمل مع أخذ الأوقات الضائعة التى لا يمكن تجنبها فى الحسبان ثم يتم تجميع الأوقات النمطية الخاصة بكل جزء وذلك للوصول إلى الوقت النمطى اللازم لأداء العمل والنسبة يتخذ بعد ذلك كأساس لقياس العمل .

٨-٣-٢ التحديد المسبق لأنماط الوقت الخاصة بالعمل :

Predetermined Motion—Time Study (PMTS)

ويتم وفقاً لهذا الأسلوب تحديد الوقت النمطى اللازم لأداء العمل دون حاجة إلى الملاحظة الفعلية لعمال وقياس الوقت الذى يستغرقونه فى أداءهم العمل ، وإنما يقتضى الأمر فقط دراسة لأجزاء العمل مع تحديد الوقت اللازم لأدائها باستخدام أجهزة دقيقة تفيد فى تقدير هذا الوقت اللازم لأداء العمل .

٨ - ٣ - ٤ استخدام البيانات الميدانية Elemental Data

لقد لاحظ فريدريك تيلور Frederick Taylor أن هناك كثير من الأعمال التي يتشابه في جانب كبير منها ، ولذا عمل على إجراء دراسة لهذه الأعمال المتشابهة حتى تتخذ بعد ذلك كأساس لتحديد الأوقات الفعلية للأعمال المختلفة ، إذ أن توافر الأوقات الخاصة بجانب كبير من أجزاء العمل يسهل ويساعد على إستكمال قياس الوقت للجوانب الأخرى للعمل وبالتالي التوصل بسرعة وبتكلفة أقل إلى تحديد الأوقات الفعلية اللازمة لأداء كل عمل .

٨ - ٢ - ٥ دراسة عينة عمل Work Sampling

تستند هذه الطريقة على نظرية الاحتمالات ، إذ يتم ملاحظة عينة من نشاط العمل على أن يتوقف حجم العينة وعدد المشاهدات على درجة الدقة المطلوبة في النتائج ثم تسمح نتائج العينة لتحديد معالم المجتمع والذي يشمل في العمل المطلوب قياسه . ويستخدم هذا الأسلوب عادة في الأعمال الغير متكررة .

٨ - ٥ - ٥ محددات دراسة العمل Limitation of Work Study

هناك مجموعة من المحددات لدراسة العمل والتي يمكن بيان أهمها فيما يلي :

١ - تم دراسات العمل أساساً بالنسبة للأعمال العادية للوسبة التي يمكن ملاحظتها .

٢ - تصلح هذه الدراسات بدرجة أكبر بالنسبة للأعمال اليدوية منه بالنسبة للأعمال المعتمدة على التشغيل الآلي .

٣ - يجب أن يصحبها معايير دقيقة الجودة خاصة إذا ما ارتبطت دراسات العمل بتطبيق نظام الحوافز .

٤ - قد تلقى دراسات العمل معارضة من إتحادات العمال ، ولذا يجب أن

يصحب إجراء هذه الدراسات تمهيد قوى من جانب الإدارة للمشروعات.

٥ — أنواع النظم الإنتاجية والعلاقة بين العنصر البشرى والآلة في كل منها :

يمكن أن تقسم النظم الإنتاجية إلى ثلاثة أنواع ، الأول هو النظم اليدوية البحتة ، الثانى هو النظم الميكانيكية ، والثالث هو النظم الأوتوماتيكية .

نظم اليدوية :

تعتمد على المال فقط مع الاستعانة ببعض الأدوات الميكانيكية للمساعدة أو بعض العدد ، وهنا يكون العامل هو مصدر القوى اللازمة ، كما أنه يقوم بعملية المراقبة والمتابعة للعمليات ، أما العدد والأدوات الميكانيكية فإنها تساعد فقط على مضاعفة جهوداته ، وعلى هذا فالعنصر البشرى هنا يقوم بتحويل مدخلات الإنتاج إلى مخرجات مباشرة دون تدخل الآلات .

النظم النصف أوتوماتيكية :

وفيها يكون دور العامل الرئيسى هو مراقبة العمليات ، وهو يتعامل مع الآلة من خلال استقراؤه أو استخلاصه للمعلومات عن التشغيل ، وكذلك تفسيره لهذه المعلومات ، ثم استخدامه لأجهزة المراقبة لوقف أو تشغيل أو تعديل الآلة ، وبطبيعة الحال فإنه في هذه النظم يتم الحصول على القوى المحركة المطلوبة آلياً ، وعادة ما يتكئون هناك تداخل أو ارتباط بين النظم اليدوية والنظم النصف أوتوماتيكية ، وذلك فيما يتعلق غالباً بتشغيل الآلة أو بعض الاندطة التي يمكن أن تتم أثناء دوران الآلة .

النظم الأوتوماتيكية :

المفروض في مثل هذه النظم أنها لا تحتاج إلى العنصر البشرى ، حيث أن كل الوظائف الخاصة بالإدراك وتشغيل المعلومات وتفسيرها واتخاذ القرارات

عزى بواسطة الآلات ، ولهذا فينبغى أن تكون تلك النظم مدة أى مبرجة تماماً لاتخاذ التصرف أو الفعل الواجب فى مواجهة مختلف الاحتمالات والمواقف ، إلا أن هذا المستوى من الأوتوماتيكية لا يمكن حدوثه أو تقبله بالمنطق الاقتصادى ، هذا يفرض توافر الآلات للصنعة للقيام بتلك الوظائف السابقة ، ولهذا فإن المنصر البشرى يوجد فى مثل هذه الحالات ويقوم بصفة مستمرة أو دورية بالإشراف على العمليات من خلال الأجهزة الخاصة التى تمرض وتوضح المؤشرات الرئيسية الخاصة بسير العمليات .

وفى مناقشتنا للعلاقة بين المنصر البشرى والآلة فى النظام الإلتامى ستتناول أولاً دور المنصر البشرى فيما يتعلق بمدخلات للمعلومات ، ثم الجهود الإنسانى حدوده داخل النظام ، وأخيراً أثر البيئة المحيطة وظروف العمل على النظام وعلى علاقة العامل بالعمل .

٨ - ٤ - ١ مدخلات للمعلومات :

لقد جعلت التكنولوجيا الحديثة من الممكن إظهار وعرض كثير من المعلومات الهامة عن التشغيل ، التى يصعب على المنصر البشرى إدراكها مباشرة ، فتلان خلال العدادات المختلفة يمكن للعامل أن يدرك من قراءات أو مؤشرات معينة ما يدل على معانى هامة بالنسبة للعمليات مثل درجة الضغط التى تتعرض له المواد داخل الآلة ، أو درجة الرطوبة وغيره من الأشياء التى لا يمكن ملاحظتها أو فهمها بالملاحظة المباشرة فقط ، وقد ازداد الاهتمام فى السنوات الأخيرة بوسائل ونظم عرض المعلومات كما حدثت تطورات كثيرة بالنسبة لها ، ويتم استخلاص المعلومات من أكثر هذه الأجهزة عن طريق الرقبة العينية ، وذلك لتسهيل مهمة العامل فى ملاحظتها وفهمها ، وقد نوقشت الوسائل المختلفة لعرض من نواحى متعددة ، فتلان ما هى الأشكال الأكثر والأسهل فى القراءة وفهم وما هى أفضل الألوان الممكن استخدامها ولون الارضية أو الخلفية المستخدمة

في كل حالة ، وكيف يمكن أن تنظم طريقة عرض القراءات على العدادات أو لوحات ... الخ ، وبالإضافة إلى الوسائل البصرية فهناك الوسائل السمعية أيضاً وإن كان استخدامها أقل بكثير ، وهي عادة ما تستخدم حينما يكون من المتعذر استخدام الوسائل البصرية ، وأكثر الأجهزة السمعية استخداماً في مجال توصيل المعلومات هي الاجراس ، الصفارات ، السرطنة ... الخ .

٨ - ٤ - ٢ المجهود الإنساني ودوره داخل النظام :

بعد إدراك الفرد للمعلومات الخاصة بالعمليات سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة فإنه يستجيب لها من خلال قيامه بأداء حمل ما من الأعمال ، وقد يكون هذا العمل تجنباً لبعض الأشياء أو لحص بعض الأجزاء أو غيره من الأعمال اللازمة لتحقيق أهداف النظام ، وقد أجريت الكثير من الدراسات حول المجهود الجسماني وتصميم مكان العمل والطرق المختلفة التي تمكن من تحقيق أعلى كفاءة ممكنة للجهد البشرية ، وتحليل الإحساس بالجهد والتعب لدى العاملين . إلى أقل مستوى ممكن ، ويعرف ذلك بدراسة الحركة ، وكان فرانك جلبرت أول من اهتم بها وقام بدراسات كثيرة حولها هو وزوجته ووضع قائمة بالقواعد التي يجب أن تراعى في حركة العامل .

ويقصد بدراسة الحركة دراسة حركات الآلة والعامل أثناء أداء عملية معينة بفرض تحديد أحسن الطرق لأداء هذه العملية واستبعاد الحركات الغير ضرورية التي تزيد من الوقت المستخدم في الإنتاج وتقلل من إنتاجية العامل ، وبالطبع فإن تلاقى لوائح الإشراف هذه تؤدي إلى رفع الكفاية الإنتاجية للشروع .

وقد كانت نتيجة دراسات جلبرت مجموعة من القواعد قسمنا إلى ثلاثة مجموعات :

المجموعة الأولى : عاصمة باستخدام الجسم البشري .

المجموعة الثانية : خاصة بتنظيم مكان العمل .

المجموعة الثالثة : خاصة بتصميم العدد والأدوات .

المجموعة الأولى : القواعد الخاصة باستخدام الجسم البشري :—

١ — يجب أن تبدأ اليدين في العمل وتنتيان معاً في نفس الوقت .

٢ — يجب ألا تكون كلتا اليدين مائلتين في نفس الوقت ما عدا أوقات الراحة .

٣ — يجب أن تكون حركات الذراعين في اتجاهين متضادين وبطريقة متعاقبة وأن يتم ذلك بالتتابع .

٤ — يجب إستغلال قوة الدفع نتيجة لإستخدام المستويات المائلة بإساحة العامل كلما أمكن ذلك .

٥ — حركة اليدين المادية المنتظمة أفضل من الحركات المتعرجة أو تلك التي تتضمن انحرافات حادة مفاجئة .

٦ — الإيقاع أو الروتين ضروري وفيد لجعل الأداء سهل وعادى ومنظم .

المجموعة الثانية : القواعد الخاصة بتنظيم مكان العمل :

١ — يجب أن يكون هناك مكان محدد وثابت لكل العدد والمواد .

٢ — يجب أن توضع العدد والمواد والأدوات في مواجهة أو أمام العامل .

٣ — يجب الاستغناء من الجاذبية الأرضية كلما كان ذلك ممكناً في نقل المواد .

٤ — يجب أن توضع المواد والعدد بالصورة التي تمكن من تحقيق أفضل ترتيب لحركات العامل .

- ٥ — يجب ان تراعى كل الضمانات اللازمة لتوفير إضاءة مناسبة .
- ٦ — يجب ان يكون ارتفاع مكان العمل ، وللمقعد الذى سيستعمله العامل متلاءمين بحيث تسمح للعامل بأداء عمله فى موضع مريح دون إجهاد لبعض أجزا الجسم .
- ٧ — أن تكون هناك مقاعد بالمقاييس الملائمة للعمل لكل فرد من الأفراد الذين يؤدون نفس الوظيفة .

المجموعة الثالثة : بالنسبة لتصميم العدد والادوات :

- ١ — يجب ألا تستخدم اليدين كلما أمكن إحلالها باستخدام معدات وأدوات بديلة يمكنها أداء العمل بطريقة أفضل .
- ٢ — يفضل كلما كان ذلك ممكناً ، إدماج أكثر من عدة معاً بحيث تصبح صالحة لأكثر من استخدام ، وذلك مثل المفاتيح التى تصلح لقياسات متعددة .
- ٣ — فى حالة استخدام كل إصبع لأداء حركة معينة — كما فى حالة الآلة الكاتبة — يراعى توزيع العبء عليهم بما يتناسب والمقدرة الطبيعية لكل منهم .
- ٤ — يجب أن يراعى عند تصميم المقايض الخاصة بالعدد والادوات ، أن تتلاءم مع حجم اليد خصوصاً إذا ما كان الامر يتطلب بذلك مجهود أو قوة كبيرة على المقبض .

وتنفيذ هذه القواعد كثيراً عند تصميم الآلات والعدد والادوات ، حيث يراعى أن تتطلب أقل جهد من العامل ، وأن تقلل الحركات اللازمة إلى أدنى حد .

٨ — ٤ — ٣ ظروف العمل وأثرها على كفاءة النظام :

لظروف العمل آثار مؤكدة ومتعددة على النظام الإنتاجى وكفاءته .

فالعوامل المحيطة بجهو العمل من حرارة ورطوبة وإضاءة وضوضاء... الخ .
تؤثر تأثيراً كبيراً على مستوى جودة أداء العمال وعلى مقدار الأخطاء التي تقع ،
وعلى منويات العاملين وأيضاً على حالتهم الصحية .

لهذا فلا يمكن أبداً أن نحكم أو نحسب كفاءة تصميم العمل في أى نشاط بدون
أن نتعرف على ظروف العمل المحيطة وأخذها في الحسبان ، وسنمعرض فيما يلي
بإيجاز لأثر كل من هذه العوامل على العامل وعلى كفاءة النظام .

أثر الحرارة والرطوبة والتهوية .

من المعروف لنا جميعاً أن إحساسنا بالحرارة أو بروده لا يتوقف فقط على
الحرارة الخاصة بدرجة الحرارة ، ولكن يتأثر إلى جانب ذلك بمدى حركة الهواء
في المكان ، فإذا الساب الهواء شعرتنا براحة كبيرة حتى ولو لم تنخفض درجة
الحرارة في المكان ، ومن ناحية أخرى قد لا تصحكون للحرارة الخاصة بدرجة
الحرارة مرتفعة ومع هذا نشعر بالحرارة والإجهاد ويتسبب منا العرق غزير
مع بذل أقل مجهود ، ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجة الرطوبة في المكان ، وعلى
هذا فالإحساس بالحرارة أو البرودة هو نتيجة لكل هذه العوامل الثلاث
مجتمعة معاً ، وقد تم تجميع هذه العوامل على مقياس يعرف بمقياس الحرارة
للؤثرة ، أو للفعالة .

ولتلك الظروف الجوية آثاراً واضحة وملبوسة على أداء العامل سواء الأداء
الجسماني أو العقلي ، ويوضح جدول رقم (٨ - ١) ، (٨ - ٢) ملخصاً لتأثير
مستويات الحرارة المؤثرة ، المختلفة على نسبة الأخطاء التي تقع في حالة ما .
وعلى كية العمل الممكن إنجازها في موقع ما العمل .

جدول رقم (٨-١)

متوسط عدد الأخطار للعامل في الساعة	درجات الحرارة المؤثرة
١٥	٢٧
٢٠	٣٠
٢٥	٣٣
٧٥	٣٦
٩٥	٣٩

جدول رقم (٨-٢)

كمية العمل المنجزة (قلم / رطل)	درجات الحرارة المؤثرة
٢٣٠	١٥
٢٢٥	٢١
٢١٠	٢٧
١٥٠	٢٣
٨٥	٣٥

ويتضح من الجدولين السابقين أن متوسط عدد الأخطاء يرتفع بشكل حاد
بعد تخطي درجة الحرارة لدرجة ٢٢ مئوية ، كما يتضح كذلك كمية العمل التي
يمكن إنجازها في الأعمال الجسدية الشاقة مثل حمل الأثقال تنخفض سريعاً بعد
ارتفاع درجة الحرارة عن ٢٧ درجة مئوية ، وذلك وفقاً لمقاييس درجات
الحرارة الفعالة ، وقد أجريت كثير من الدراسات والتجارب في المشروبات
المختلفة وفي معامل الأبحاث حول كيفية تخفيف شعور العامل بالحرارة وتقليل
ما يتعرض له فعلاً منها ، وذلك من خلال تصميم ملابس خاصة من خامات معينة
تسمح بتبخل الهواء داخلها ولا تمتص أو تحتل الحرارة إلى جسم العامل ،
وذلك خصوصاً بالنسبة للعامل الذين يعملون أمام الأفران ويخضعون للإشعاعات
الحرارية ، كذلك فإن تهوية مكان العمل نفسه وبمكيّفه من الأمور الواجب
مراعاتها ، وتختلف الصناعات والمناطق فيما بينها من حيث درجات الحرارة
لللائمة لسكل منها .

الضوضاء :

تعرف الضوضاء عموماً بأنها الأصوات الغير مطلوبة ، وتؤكد الدراسات
أنها يمكن أن تؤدي إلى آثار خطيرة ، خاصة لو استمر تعرض العاملين لها لفترات
طويلة من السنين ، وتتكون الأصوات على اختلاف أنواعها ومصادرها
من تغيرات أو ذبذبات في الضغط الهوائي ، وتنتشر هذه التغيرات على شكل
موجات ، وتعرف هذه التغيرات في الضغط بالضغط الصوتي ، ويقاس الصوت
بمقياس تعرف وحدته بالديسبل ، ويوضح جدول رقم (٨ - ٢) قوة بعض
الأصوات المختلفة مقاسة بالديسبل .

جدول رقم (٨ - ٢)

بعض المصادر المختلفة للصوت	قوة الصوت مقاسة بالديسبل
همس	٢٠
مكتب هادئ	٤٠
محادثة	٥٥
حركة مرور مودعة	٨٠
محرك نفاث	١٤٠

ولقد إهتمت المشروعات الصناعية بمحاولة معرفة الآثار المباشرة التي تنتج عن المستويات المرتفعة للصوت على معدلات الاداء المختلفة مثل كمية الإنتاج وجودته ونسبة الأخطاء ، ويجب أن ندرك أن ذلك ليس بالأمر السهل تحقيقه عملياً ، إذ يتطلب ذلك القيام بالتجارب مرات عديدة لفترات زمنية طويلة ، وحتى إذا تم ذلك فليس من السهولة بمكان عزل هذا العامل — الصوت — عن مختلف العوامل الأخرى المؤثرة في الاداء ، وذلك لتأكد من تأثيره وقياس هذا التأثير .

وهناك طرقاً مختلفة متعددة للتحكم في الضوضاء ، وتختلف هذه الطرق حسب ظروف كل موقف ، ويمكن لمهندسي الصوت أن يتحكموا في درجة الضوضاء عند مصدرها وذلك بإعادة تصميم الأجزاء التي تنتج الصوت ، أو بعزل مصدر الصوت خلال تجهيزات البناء نفسه ، كذلك قد يقوم بوضع وتثبيت حوازل للصوت لتخفيف درجة الضوضاء ، وفي الحالات التي تكون فيها الضوضاء قوية ،

قد يكون إستخدام سدات الأذن مفيداً وفعالاً لتقليل حثتها ، ويمكن لسدادة الأذن أن تسمى الأذن من الضوضاء بعد أقصى يبلغ . ٥ ديسبل .

الإضاءة :

من أهم العوامل الخاصة بظروف العمل، هي تلك الخاصة بظروف الإضاءة، ومع ذلك فليس هناك معايير محددة متفق عليها بالنسبة لدرجة الإضاءة الواجب توافرها في أماكن العمل ، إلا أنه لا يمكن تجاهل الآثار الواضحة القوية التي ترتب على عدم توافر القدر المناسب من الإضاءة في مواقع العمل ، بالنسبة للأعمال والمنشآت التجارية والصناعية المختلفة فإن المعيار اللامد والفعال بالنسبة لعمل معين هو ذلك المعيار الذي يوفر مستوى معين من الإضاءة بحيث أن أي زيادة في الإضاءة عنه لن تؤدي إلى أي زيادة مماثلة في الأداء ، ولهذا فزيادة مستوى الإضاءة عن هذا الحد لن يكون لها أي قيمة وذلك بالنسبة لوظيفة ما . وقد قام أحد الباحثين بتلخيص نتائج أبحاثه في جدول (٨ - ٤) الذي يوضح مستويات الإضاءة اللازمة والمقترحة بالنسبة لمجموعة من الأعمال .

ولقد أجريت الكثير من الدراسات والأبحاث العملية حول تأثير مستويات الإضاءة على الأداء بالنسبة لبعض الأعمال ، وبصفة عامة يمكن القول أنه كلما ارتفع مستوى الإضاءة واقترب من المستوى اللائق كلما تحسن مستوى الأداء بشكل واضح .

تأثير الوميض والأشياء الساطعة :

يؤدي البريق أو الأشياء الساطعة التي تبرز الابصار إلى تقليل آثار الإضاءة . ويمكن أن يحدث البريق نتيجة لانعكاس الضوء على أسطح لامعة ، أو من ضوء ساطع ، وبالإضافة إلى أن البريق يقلل من فاعلية مستوى الإضاءة ، فإنه يؤدي للعاملين ويؤدي إلى شعورهم بعدم الراحة في العمل وإلى إلهاء أبصارهم ، وتقلل

الابحاث للعملية على أن تأتيم الوميض يزداد حدة كلما اقترب مصدره من خط الرؤية أو الإبصار ومن ثم يقلل من فاعلية الإضاءة السائدة في المكان .

جدو ورقم (٨ — ٤)

العمل أو الوظيفة	قوة الإضاءة المقترحة شمعة / القدم
المشي في عمرات أو سلام	٥
حجرات الاستقبال	١٠
حجرات الدراسة ، المحلات ، المكاتب	١٥
أعمال منزلية	١٥
قراءة كتابة بخط اليد	٢٠ — ٣٠
خياطة أو رسم	٢٥
بريد ومراسلات	٢٥
قراءات تحتاج إلى مجهود نظري وإجراء مقارنات	٣٠ — ٤٠
حسابات وإمساك دفاتر	٥٠

ويمكن تقليل أثر الإجهاد والوميض بتغيير المواقع الخاصة بالإضاءة إذا كان ذلك ممكناً ، أو بتوزيع مصادر الإضاءة التي لا يمكن تغيير موقعها ، أو بزيادة مستوى الإضاءة في كل المجال المحيط ومن ثم يقل الفارق بين مصدر البريق وبين مستوى الإضاءة المحيط بها .

ثالث والاضطراب الأخرى :

لقد ثبت أن كثيراً من الإعياء والسوائل والأتربة والاجسام العالقة التي

توجد في أماكن العمل وتنتج خلال أو بعد العمليات الصناعية المختلفة مضرّة بالعاملين ، فهناك الكثير من الاضطراب والأمراض التي يمكن أن يتعرض لها العاملون في مثل هذه الظروف ، ولقد اهتم الباحثون والمهنيّات الخاصة بالأمن الصناعي بتوفير الحماية الكافية والرقابة للعاملين لمنع وتقليل هذه المخاطر إلى أقل درجة ، سواء كان ذلك من خلال تزويد العاملين بلباس خاصة أو كامات واقية أو قفازات أو أحذية من نوع خاص ... إلخ ، أو من خلال تعديل بعض التصميمات الهندسية الخاصة بتجميع الابخرة والأتربة والنازات السامة وشطفها بعيداً عن جو العمل ، وكذلك بتوعية العاملين في مثل هذه الظروف وإرشادهم من خلال البرامج الخاصة بالأمن الصناعي .

٨ - • تنمية القدرات الخاصة بالعنصر البشري :

هناك عدد من أدوات التطوير التي يمكن تلخيصها فيما يلي :

١ - طريقة الإرشاد : هناك طريقتان للإرشاد وهما الطريقة المباشرة والطريقة غير المباشرة وهذا ويقصد بالاولى أن التركيز يتم حول الموجه نفسه بمعنى أنه يتصف بالتسلط من جانبه في عملية الإرشاد . أما الطريقة الثانية فإنها تركز حول طالب الإرشاد .

٢ - الاقتناع : تعتمد هذه الطريقة على محاولة استخدام المتطوع في اقتناع الأفراد بضرورة التغيير وهذا يتطلب الخطوات التالية :

- فهم أسباب معاوذة التغيير وتفسيرها .

- الاندماج .

- العلاقات .

- الالتزام .

- التفصيل .

٣ — الإثابة والعقاب : تعتبر هذه الإداة وسيلة لتنفيذ سلوك الفرد وليس الإتهاماته وحتى يمكن استخدامها بكفاءة فإنه يجب مراعاة الآتي :

— معرفة عددات السلوك الفعل للبشر .

— معرفة وتحديد العوامل النفسية التي تزيد من فاعلية تطبيق هذه الإداة وهي معرفة إدراك المرؤوسين للإثابة والعقاب، أهمية التكرار في تطبيق الإثابة والعقاب ، الفترة على إيجاد الارتباط المباشر بين الإثابة والعقاب من ناحية وبين السلوك المرغوب فيه من ناحية أخرى .

٤ — للتدريب : بالرغم من السكته مما يقال عن التدريب وفاعليته إلا أنه يمكن القول أنه من أم الأدوات الهامة التي تؤدي إلى أكساب العاملين العديد من القدرات والمهارات التي تلزم لأداء العمل .

ولذا سنوضح بشيء من التفصيل الأسس النظرية له والظروف التي يحيط به في التطبيق العملي .

١ - ٥ - ١ الأسس النظرية للتدريب وتطبيقاته العملية :

أن مبادئ وأسس التدريب تقتضي بأن يكون التدريب هادفاً وذلك بأن يوجه التدريب لتحقيق هدف واضح محدد وهذا الهدف عادة ما يكون :

(١) تنمية معلومات وخبرات العاملين .

(ب) تزويدهم بمعلومات وخبرات جديدة لم يكونوا يعلموا عنها شيئاً .

(ج) رفع مستويات ومعدلات أدائهم .

(د) تعليمهم طرق أداء جديدة .

(هـ) تنمية وتحسين النواحي السلوكية وأرشاد العاملين إلى الإتهامات السليمة التي يتطلبها المجتمع وصالح العمل .

ويقاس نجاح التدريب بمدى القدرة على التعرف على الاحتياجات التدريبية
التي تلزم العاملين المطلوب تدريبهم .

ويقصد بالاحتياجات التدريبية مجموع التغييرات والتطورات المطلوب
أحداثها في معلومات ومهارات واتجاهات وسلوك العاملين لتتطلب على المشاكل
التي تعترض سير العمل والإنتاج ومن ثم يمكن حصر الاحتياجات التدريبية
في ثلاث عناصر رئيسية هي :

- ١ - معارف ومهارات مطلوب تزويد العاملين بها أو تكميلها فيهم .
 - ٢ - تطبيق عمل (رفع معدلات الأداء والمهارات أو تعلم طرق عمل جديدة
 - ٣ - أحداث تغيير في سلوك الفرد واتجاهاته .
- أن تحديد الاحتياجات التدريبية يسبق أى عمل تدريبي فهو يأتي قبل تصميم
البرامج التدريبية واختيار أسلوب التدريب الذي سوف يتبع ، وعملية تحديد
الاحتياجات التدريبية تتطلب بالضرورة الإجابة على سؤالين هما :

- (أ) من هم المطلوب تدريبهم .
- (ب) ما هو نوع التدريب المطلوب لهم .

٨ - ١ - ١ مصادر التعرف على الاحتياجات التدريبية :

(١) توصيف الوظائف والأعمال :

توجد علاقة قوية بين توصيف الوظيفة وتحديد التدريب اللازم لها ،
ولذا فإنه عند تحديد الاحتياجات التدريبية يحسن أن يلم مدير التدريب أو المشرف
على التدريب بالبيانات الآتية :

- ١ - واجبات ومسئوليات الوظيفة .

٢ — العمليات والخطرات التي يجب أن يتدرج فيها العامل حتى يمكنه القيام بمهام عمله .

٣ — التلميحات والإرشادات التي يجب أن تعطى له وطرق أداء أعمال الوظيفة ووصف للأعمال اليومية أو الموسمية والمهارات الخاصة والقدرات التي يجب أن تتوفر لدى القائم بها .

٤ — المعرفة التامة بالأدوات والآلات والفاذج والنماذج والآلات المستخدمة في تأدية الوظيفة .

٥ — الخبرات العملية التي تلزم العامل .

٦ — المؤهل أو المؤهلات العلمية لفاغل الوظيفة .

٧ — الصفات الشخصية والخواص السلوكية التي تلزم شاغل الوظيفة .

(ب) معدلات الأداء :

معدل الأداء هو المقياس السليم الذي يقاس به مدى قيام العامل بعمله والذي يحدد كمية الإنتاج المفروض أن يؤديها شاغل الوظيفة في زمن محدد حتى يمكن السيطرة على تنفيذ مراحل الخطوة في الوقت المحدد لها :

٨ - ٥ - ١ - ٢ العلاقة بين معدلات الأداء والاحتياجات التدريبية :

(١) أن انخفاض معدلات أداء العامل قد يكون مؤشرا يدل على حاجة العامل إلى التدريب .

(ب) كما أن معدلات الأداء قد تساعد على تقسيم الأفراد إلى مجموعات متقاربة من ناحية تنظيم التدريب لهذه الجماعات وتحديد حجم العمل التدريبي المطلوب لكل مجموعة .

(ج) تساعد على رسم البرامج التدريبية وتحديد مناهجها للوصول بالافراد إلى مستوى الاداء المطلوب للعمل .

(د) تعتبر مقياسا يقاس به كفاءة وإنتاجية العمل مما يسهل كتابة تقارير الكفاءة السنوية .

٨-٥-١-٣ أنواع معدلات الاداء :

(١) معدلات كمية وتتناول عدد وحدات العمل اللازم لإنجازها في فترة زمنية محددة .

(ب) معدلات نوعية وتعبر عن مستوى الجودة اللازمة لأداء عمل معين معبرا عنه بنسبة الخطأ الذي حدث في الاداء .

(ج) معدلات زمنية وتتناول الوقت اللازم لإنجاز عمل معين .

(د) معدلات خاصة وهي معدلات تناسب أعمال معينة من نوع خاص .

٨-٥-١-٤ المبادئ التي تراعى عند وضع معدلات الاداء :

١ - أن تكون موضوعة عند مستوى الاداء الذي يكون مقبولا أو مرضيا وليس عند مستوى السكال إذ يجب أن يكون في الامكان وصول الافراد بانجازهم إلى مستوى المعدلات .

٢ - يجب أن تكون المعدلات عن الواجبات الدائمة للوظيفة وليست عن أعمال مؤقتة لها .

٣ - أن تكون مرنة بحيث تتناسب مع ظروف وطبيعة العمل .

٨-٥-١-٥ الطرق المستخدمة لاستخراج معدلات الاداء :

١ - الطريقة الشخصية : وتعتمد على أساس خبرة الرؤساء بالاعمال التي يشرفون عليها مما يمكنهم من تقرير مستويات للأداء يمكن القياس عليها .

٢ - طريقة المشاهدة : وهي تقوم على تتبع وملازمة العامل أثناء قيامه بالعمل وتسجيل حركاته في نموذج خاص خلال فترة زمنية محددة .

و تعتمد هذه الطريقة على البيانات الموجودة بالسجلات والمصادر المختلفة من عدد وحدات العمل المنتجة وكذلك البيانات الخاصة بالأفراد الذين أدوا ثم استخراج متوسط أداء الوحدة خلال الفترة الزمنية المنتهية .

٨ - ١ - ٦ - مسؤولية الأجهزة عند تحديد احتياجاتها التدريبية

تعتبر رئاسة الجهاز هي المرجع الرئيس في تقرير الاحتياجات التدريبية اللازمة للعاملين في وحدات الجهاز من مختلف الدرجات والتخصصات وعليها أن تتخذ في سبيل ذلك كافة الوسائل التي تمكنها من التعرف على هذه الاحتياجات وتحديد ما يتعيّن إعدادها ، إذ أن مسؤولية الكشف عن الاحتياجات التدريبية للعاملين تقع على عاتق القادة والرؤساء وينبغي أن يسهم مدير إدارة التدريب في الجهاز وكذا أخصائي التدريب في مساعدة الرؤساء المباشرين للعاملين في الكشف عن هذه الاحتياجات التدريبية وفي تحليل مشاكل العمل والإنشاج حسب الخطوات الآتية :

- ١ - سماع المشكلات العادية من المشرفين والرؤساء والعاملين .
- ٢ - دراسة هذه المشاكل مع التقارير المتعلقة بالعمل وإداء العاملين .
- ٣ - تحديد المشاكل الناشئة عن تغيير ظروف العمل أو تغيير تنظيم الجهاز أو التغييرات التي تدخل في السياسة العامة للجهاز وتحليل كل مشكلة على حده .
- ٤ - معالجة كل مشكلة من المشاكل التي تحتاج إلى تدريب وإقتراح التدريب اللازم لكل مشكلة على حده .
- ٥ - إذا لم تظهر احتياجات تدريبية محددة فلا داعي لإجراء التدريب إذ يوجه التدريب للمحتاجين إليه فقط .

٦ — بعد التعرف على الاحتياجات التدريبية يجب أن يكون كتابه وتعلم للاخصائين لاعداد وتصميم البرامج التدريبية بحيث تلبى الاحتياجات التدريبية وتغطيها بطريقة سليمة .

٨-٥-١-٧ الظروف التي تراجعه الاحتياجات التدريبية .

أولاً : الظروف التي تكون فيها الاحتياجات التدريبية واحدة ومحددة :

١ — استخدام عاملين جدد أو عاملين مقولين إلى الجهاز .

٢ — نقل أو ترقية بعض العاملين من داخل الجهاز .

٣ — تغيير النظام والتنظيم الداخلى للجهاز ونظام الاتصالات به .

٤ — تغيير أسلوب وطرق العمل أو الإنتاج أو التوسع في العمليات .

٥ — استخدام آلات جديدة في العمل .

٦ — ارتفاع معدلات الإصابة وحوادث العمل .

ثانياً : الظروف التي تكون فيها الاحتياجات للتدريب غير واضحة المعالم :

١ — تركيز السلطة وإنفاذ القرارات بواسطة أفراد قليلين .

٢ — انخفاض مستوى الكفاية الإنتاجية للعاملين ووطءة نوع الإنتاج .

٣ — ارتفاع تكاليف الإنتاج .

٤ — الخبرة المحددة لبعض الأفراد .

٥ — كثرة الغياب والتأخير وارتفاع نسبة الاجازات المرضية .

٦ — كثرة الشكاوى .

٧ — انخفاض الروح للمعنوية للعاملين .

وهذه الظروف تتطلب إجراء دراسات وتقييم دقيق لتعرف على الأسباب

الرئيسية لها إذ وبما لا يكون علاجها عن طريق التدريب .

٨ - ١ - ٥ - ٨ خلاصة :

- أن الدروس المستفادة لموضوع الاحتياجات التدريبية يمكن إجمالها في الآتي:
- ١ - أن الاحتياجات التدريبية تعتبر الأساس السليم الذي يقوم عليه التدريب والنجاح في اكتشافها يساعدنا على توجيه التدريب في الاتجاه الصحيح.
 - ٢ - أن تحديد الاحتياجات التدريبية مسئولية قادة الأجهزة والرؤساء بالتعاون مع مديري التدريب ومديري شئون العاملين.
 - ٣ - أن عملية تحديد الاحتياجات التدريبية عملية مستمرة ومتطورة ومتغيرة بتغير ظروف العمل كما أنها عملية شاملة تشمل جميع طبقات العاملين بالجهاز.
 - ٤ - أن تحليل للمشاكل يساعد على التعرف على نوع التدريب المطلوب.
 - ٥ - لتجراح العاملين في وحدات التدريب لابد من تحديد الاحتياجات التدريبية والاهتمام بتوصف الوظائف ووضع معدلات أداء سليمة للعمل يمكنه بها قياس حاجه العاملين إلى التدريب.

الفصل التاسع

الآلات والمعدات اللازمة للإنتاج

شراؤها - إسئبدالها

٩ - ١ أنواع الآلات :-

هناك أساسين رئيسيين يمكن في ضوءهما تصنيف الآلات اللازمة للإنتاج. الأول يتعلق بدرجة الاهتمام المطلوب من القائم على التشغيل، والثاني يتعلق بمدى التنوع في الأعمال التي يمكن أن تؤديها الآلة.

وعلى هذا فوفقا للأساس الأول تنقسم الآلات إلى :-

١ - آلات تدار يدويا .

٢ - آلات نصف أوتوماتيكية .

٣ - آلات أوتوماتيكية .

ووفقا للأساس الثاني تنقسم الآلات إلى :-

١ - آلات عامة الغرض .

٢ - آلات متخصصة الغرض .

ومع تزايد الميكانيكية ، فإن الاتجاه قد زاد كثيرا إلى استخدام الآلات الأوتوماتيكية والنصف أوتوماتيكية عن الآلات التي تدار يدويا ، كذلك فإن

الاتجاه الآن هو إلى استخدام الآلات المتخصصة الفرض عن الآلات العامة
لفرض .

وفيما يلي نوضح كل نوع من الأنواع السابقة .

١-١-١ الآلات التي يتم تشغيلها يدوياً :

يحتاج تشغيل هذا النوع من الآلات إلى يقظة واهتمام مستمر من العامل
للسؤال عنها ، إذ قد يقوم بوضع المواد الخام بها ، وقد يتطلب الأمر أن يقوم
بتشغيلها لبدء التصنيع ، وأحياناً يتطلب الأمر أن يوقفها ويسحب منها الأجزاء
التي تم تصنيعها ، كذلك قد يطلب منه توجيه المواد الخام خلال عمليات التصنيع ،
ومن أمثلة هذا النوع من الآلات آلات الثقب ، الخراطة ، اللحام ، الطباعة .
كذلك آلات النقل والتحميل ، وبالنسبة لمجال الخاص بالأعمال الإدارية
وللكتيبة فهناك الآلات الكاتبة ، الآلات الحاسبة ، ماكينات التصوير .

وفي مثل هذا النوع من الآلات نجد أن غياب العامل يؤدي إلى توقف الآلة
تماماً ، كما أنه يصعب زيادة الإنتاج لمواجهة أى زيادة موسمية أو طارئة في
الطلب على منتجات المشروع ، إذ أن زيادة الإنتاج هنا تتطلب توفير العمالة
الماهرة وتدريبها حتى يمكن زيادة الطاقة الإنتاجية .

ونتيجة لما سبق يقتضى استخدام هذه الآلات وجود تخطيط وإشراف دقيق
في المشروع .

١-١-٢ الآلات النصف أوتوماتيكية :

تقل الحاجة في هذا النوع من الآلات إلى التواجد المستمر للعامل للسؤال
أمام الآلة ، إذ يتطلب الأمر تواجده فقط عند تحميل الماكينة وبدأ تشغيلها .

وعند سحب المنتج في نهاية دورة التصنيع ، ولهذا فإن عاملا واحد يستطيع تشغيل أكثر من آلة ، إذ يستطيع أثناء فترة التشغيل للآلة الأولى أن يقوم بتحصيل الآلة الثانية وهكذا ، ويتوقف عدد الآلات التي يمكن لمعامل واحد أن يشرف عليها على الوقت اللازم لتجهيز وإعداد الآلة للتشغيل ، والوقت اللازم لتعبأ العامل إلى الآلة الأخرى ، والوقت اللازم للآلة لتصنيع المادة الخام ، ومدى انتظام فترة التصنيع هذه ، وما تواجهه الإدارة مشكلة تحديد العدد الأمثل من الآلات التي يشرف عليها عامل واحد ، إذ أن زيادة عدد الآلات يؤدي إلى زيادة احتمال توقف أكثر من آلة في نفس الوقت وبالتالي وجود طاقة ماطلة ، كما أن تقليل عدد الآلات يؤدي إلى عدم الاستفادة الكاملة من ساعات العمل اليومية الخاصة بالأيدي العاملة .

٩ - ١ - ٣ الآلات الأوتوماتيكية :

يستمر هذا النوع من الآلات في الإنتاج بشكل مستمر ، إذ لا يتوقف عند الانتهاء من تصنيع مجموعة معينة من المواد الخام ، وإنما يستمر في تصنيع مجموعته أخرى ، وهكذا ، ولهذا فإن توافر المواد الخام وبشكل مستمر ضروري لضمان تشغيل هذه الآلات دون توقف ، كذلك فإن تشغيل هذا النوع من الآلات لا يتطلب الإشراف والتواجد المستمر للعالم ، ويتميز هذا النوع بالطاقة الإنتاجية الكبيرة وإمكانية مواجهته للطلبات اللوسمية أو الطارئة دون حاجة إلى تعيين عدد كبير أو إضافي من العالم .

إلا أن تكلفه شراء وتركيب هذه الآلات عادة ما تكون مرتفعة ، ولهذا فإنها لا تستخدم مادة إلا إذا كان حجم الطلب على منتجات المشروع كبيرا ، كذلك عندما تكون مواصفات المنتج غير عاضمة للتغير وتتميز بالثبات .

٩-١-٤ الأوتوماتيكية :

تستخدم هذه الكلمة لوصف بعض النظم الإنتاجية ، ونلاحظ أحياناً أن البعض يطلق على الميكانيكية فقط الأوتوماتيكية رغم وجود فرق كبير بينهما ، ونحن هنا نقصد بالأوتوماتيكية ذلك النظام الإنتاجي الذي تتوافر فيه العناصر التالية :

١ - يتم نقل المواد الخام والمواد النصف مصنعة من مكان عمل إلى آخر أوتوماتيكياً بواسطة سيور أو سلاسل متحركة .

٢ - يتم إدخال المواد الخام إلى الآلات أوتوماتيكياً ، وتتوقف نوع الوسيلة المستخدمة على نوع المادة الخام من ناحية ، وعلى الآلة المستخدمة من ناحية أخرى .

٣ - يتم تصنيع المواد الخام بواسطة الآلات وفقاً لتسلسل إنتاجي محدد وفي معدل زمني محدد .

٤ - يتم سحب المواد الخام بعد تصنيعها أوتوماتيكياً .

٥ - تقوم الآلة بفحص الأجزاء التي تم تصنيعها ، على أن تقوم ذاتياً بفحص أجزائها إذا ما بين من الفحص الحاجة إلى ذلك ، كأن تسمح الآلة بوقت أطول لأداء العملية الإنتاجية ، إذا ما بين للآلة أن الوقت السابق للتشغيل ليس كافياً .

وتؤدي هذه الأوتوماتيكية الكاملة للنظام الإنتاجي داخل الشروط إلى زيادة الحاجة للاقتراب من أماكن توافر المواد الخام ومصادر الطاقة ، وكذلك الاقتراب من الأسواق ، وفي نفس الوقت فإن المشروع لن يتأثر كثيراً .

حيث الموقع الخاص بسوق الأيدي العاملة أو قلة المساحة المطلوبة لتصنيع
إذ يمكن هنا وضع الآلات بجوار بعضها البعض بدرجة أكبر مما هو في حالة وجود
آلات نصف أوتوماتيكية والتي تحتاج إلى عدد أكبر من العمال للتشغيل ،
كما أن هذا النظام يؤثر على الهيكل التنظيمي بسبب قلة الأيدي العاملة
المتخدمة .

ويؤدي التطور المستمر في طريقة عمل وتشغيل هذه الآلات إلى تغيير في
المهارات المطلوبة ، الأمر الذي يقتضي ضرورة تدريب العمال بشكل مستمر على
كيفية تشغيل الآلات الجديدة ، كما أدى هذا التطور المستمر إلى وجود فائض من
الأيدي العاملة في بعض المهارات ، مع وجود عجز في بعض المهارات الأخرى .

ويتبين لنا مما سبق أن تعدد درجة اعتماد المشروع على الآلات اليدوية ،
أو النصف أوتوماتيكية ، أو الأوتوماتيكية ، إنما يتوقف على مجموعة من
العوامل أهمها : —

- ١ — التكلفة اللازمة لشراء وتركيب الآلة .
- ٢ — معدل الإنتاج في الساعة أو في الأسبوع .
- ٣ — تكلفة الأيدي العاملة اللازمة للتشغيل .
- ٤ — مصاريف الاستهلاك وكذا مصاريف التشغيل .
- ٥ — احتمالات التعطّل .
- ٦ — أثر العوامل الموسمية ومدى استقرار المواصفات الإنتاجية .
- ٧ — مدى الحاجة إلى وجود مشرفين وتأثير ذلك على التنظيم .
- ٨ — المساحة المطلوبة .

٩ - مدى ضمان الرقابة على الجودة .

١٠ - مدى التأثير على العلاقات الانسانية والعلاقات العامة للمشروع .

ومثلاً قسمنا الآلات من حيث درجة الحاجة إلى تواجد عمال لتشغيلها يمكننا تقسيم الآلات من حيث مدى التنوع في الوظائف التي يمكن أن تؤديها إلى:

٩-١- آلات عامة الغرض :

وهي الآلات المعدة لاداء أنواع مختلفة من الأعمال والوظائف كالخزقة مثلاً إذ تقوم بتشكيل قطعة من المعدن أو قطعة من الخشب وفقاً لاشكال مختلفة ويتميز هذا النوع من الآلات بإمكانية إستخدامه في إنتاج أنواع مختلفة من المنتجات عن طريق إجراء عمليات صناعية مختلفة ، وبالتالي يفضل إستخدامه في المنشآت التي تقسم منتجات غير تعمية إلى السوق ، ولا تحتاج المنشأة التي تستخدم هذه الآلات إلى إدخال تعديلات جوهريّة في حالة الرغبة في تطوير المنتجات الحالية أو في حالة إضافة أصناف جديدة إذ قد يقتضي الأمر فقط إضافة أو تغيير بعض الأجزاء البسيطة التي تدخل في تركيب هذه الآلات. وأخيراً يتميز هذا النوع من الآلات بانخفاض تكلفتها إذ تتمكن المصانع المنتجة لهذه الآلات أن تنتج منها كميات كبيرة السوق وتخزينها إلى حين يبيعها للمنشآت الصناعية المختلفة وذلك بسبب إمكانية إستخدامها في عدة أغراض متنوعة ، ويؤدي هذا إلى إمكانية إنتاجها بتكلفة أقل وبالتالي إنخفاض أسعارها ، كما أنه يمكن إستغلال طاقة هذه الآلات إستغلالاً أمثل ، هذا بالإضافة إلى إنخفاض تكلفة قطع الغيار إذ عادة ما يمكن استخدام قطعة الغيار الواحدة في أكثر من آلة ، كما يسهل على العمال تشغيل وصيانة هذه الآلات ، إلا أن الإعتراض الأساسي على هذه الآلات أنها بطيئة إلى حد كبير ، كما أنها قد تلبيج الأصناف المطلوبة بمستوى جودة أقل مما هو مطلوب .

٩-١-٢ آلات متخصصة للفرض :

لا يمكن استخدام هذا النوع من الآلات في غير الفرض الذي صمم من أجله ، وبالتالي فإن شراء مثل هذا النوع من الآلات لا يكون مربحاً إذا ما حدث أى تغيير في خصائص المنتج ، إذ قد يؤدي ذلك إلى الإستهلاك من الآلة بالكامل ، وعلى العكس يصبح من المربح استخدام هذه الآلات إذا كان حجم الطلب على منتجات المشروع كبيراً ، إذ عادة ما يكون هذه الآلات كاملة الأتمتة ميكانيكية وبالتالي يمكن استخدامها في إنتاج كميات كبيرة في وقت قصير نسبياً ، وتتميز هذه الآلات بارتفاع تكلفة شرائها من ناحية وانخفاض قيمتها السوقية إذا ما قرر المشروع استبدالها من ناحية أخرى .

٩-٢ العوامل التي تحكم اختيار الآلة :

يتبين لنا مما سبق أن هناك عوامل عديدة تؤثر في عملية اختيار نوع الآلة المناسبة للمشروع والتي يمكن إيجاز أهمها فيما يلي :

- ١ - تكلفة شراء الآلة .
- ٢ - معدل الإنتاج .
- ٣ - مدى تأثير شراء الآلة على التوازن الإنتاجي لمخط الإنتاج .
- ٤ - درجة المرونة .
- ٥ - عدد العمال اللازمين لتشغيل الآلة .
- ٦ - تكلفة الصيانة اللازمة للتشغيل .
- ٧ - المصاريف الأخرى للتشغيل مثل الإستهلاك ، التأمين ، وغيرها من المصاريف الأخرى الإضافية .

٨ — المساحة المطلوبة .

هذا بالإضافة إلى عوامل أخرى كثيرة ، مثل تصميم المنتج ومدى التغيرات التي قد تحدث فيه ، هذا بالإضافة إلى الصيانة المطلوبة لإبقاء الآلة في شكل يمكنها من تأدية الأعمال التي تخصصت لها ، كذلك يؤخذ في الحسبان مقدار الغروخاء ومدى تأثيرها على صحة العاملين على تشغيلها ، إذا قد تنبعث درجات حرارة عالية من تشغيل الآلة ، أو قد تحتاج أنواع أخرى إلى درجة حرارة منخفضة ونسبة معينة للرطوبة حتى يمكن تشغيلها .

ولذا فإن قيام الإدارة بدراسة هذه العوامل المؤثرة على شراء الآلات ليس بالأمر السهل وإنما يحتاج إلى دراسات دقيقة ، كما أن المشكلة لا تنتهي بانتهاء عملية الشراء إذ يحتاج المشروع بصفه مستمرة إلى إحلال جانب من الآلات والمعدات بأخرى سواء كانت من نفس النوع أو من أنواع أخرى جديدة وذلك كما سنبين فيما يلي :

٩ — ٣ إستبدال الآلات :

إن الفرار الحاس بالإستمرار في استخدام الآلات قبل إستبدالها يعتبر من أصعب القرارات التي تواجه الإدارة وتتوقف قرارات الإستبدال هذه على نوعين من العوامل هما :

١ — قدرة الماكينة على الأداء والإنتاج بالدقة المطلوبة .

٢ — المتطلبات الاقتصادية لعملية الإنتاج .

إذ من الممكن أن تكون الماكينة سالحة من الناحية الفنية وقادرة على الإنتاج في

حدود الدقة المطلوبة ، ولكنها من الناحية الاقتصادية لا تستطيع أن تنافس مثيلها المتطورة نتيجة لتقدم التكنولوجيا للتمتع مع الزمن ، ولهذا فإنه من الواجب أن تؤخذ هذه الناحية في الاعتبار وأن يمدد تقييم معدات وماكينات الشركة من أن آخر لمرة ما إذا كان من الأنسب اقتصادياً الاستغناء عن بعض المعدات للتخلفة واستبدالها بأخرى حديثة .

وقد يقال أن الدول النامية لا يمكنها الاستغناء السريع عن معدات طالما أن هذه المعدات قادرة على الإنتاج أو الأداء بصورة أو بأخرى وذلك لأن الدول النامية تعتمد أساساً على الاستيراد لسد حاجتها من هذه المعدات المتطورة، وهذا قول له وزنه ولا يمكن أهمله ولكن لا ينبغي جعل هذا الرأي أساساً ثابتاً لسياسة الاحلال للدول النامية إذا أرادت هذه الدول أن تلاحق التقدم التكنولوجي العالمي والخروج من تخلفها . هذا بالإضافة إلى أن الدول النامية لا تضع خططها الصناعية لسد حاجة أسواقها المحلية فقط بل تتطلع إلى مصدر منتجاتها للأسواق العالمية ، لذلك يجب على الدول النامية الاستفادة من الآلات والمعدات الحديثة التي تفي بحدود الدقة والجودة المطلوبة للأسواق العالمية ، كما أن التوسع الصناعي وحتمية التعليم بالدول النامية تؤدي إلى زيادة تكاليف الأيدي العاملة ، الأمر الذي يتطلب أن تكون الأوساط الصناعية بهذه الدول على بينة تامه بكل ما هو جديد في ميدان الميكنة الصناعية والآلات الحديثة التي يمكنها أن تحقق هذه الكميات الكبيرة من الإنتاج مع الاستعانة بأقل عدد ممكن من الأيدي العاملة .

وليس من الضروري أن تقوم الدول النامية باستيراد آلاتها لتقديمه الصالحه للإنتاج من الميدان الصناعي كلية كما تفعل الدول الصناعية الكبرى بل يمكن تحويلها من الوحدات الإنتاجية الكبيرة التي تعمل أساساً للتصدير إلى المصانع الصغيرة التي تعتمد في بيع منتجاتها على الأسواق المحلية .

٢-٣-٤ : الحاجة إلى دراسة البدائل المتاحة قبل اتخاذ قرار الإحلال :

ولتوضيح ذلك نفترض أن وحدة إنتاجية يصنع ما في حاجة إلى عمل تقويم في جزء ميكانيكي وفقاً لمواصفات تطبق بمواقع الثقوب وقطر الثقب وحدوده الدقة فيه ، وكذلك معدل أداء معد . . . إلخ . وأن تنفيذ ذلك يحتاج إلى مناسبة يتحملها المصنع لعمل الثقوب ، وقرار الإحلال في هذه الحالة هو حراسة العمليات المختلفة التي يمكن بواسطتها عمل الثقوب المطلوبة وكذلك المعدات اللازمة لكل عملية مع الأخذ في الاعتبار المعدات المتاحة لدى المصنع ثم اختيار الآلة التي تكون تكاليفها الكلية على مر الزمن أقل ما يمكن .

وهناك بعض الصعوبات في تحديد كل البدائل الممكنة واللام دراستها حتى يمكن اتخاذ القرار الأمثل ، وأهم هذه الصعوبات تنحصر عادة في أن القائم بعملية الدراسة هذا يكون محدود المعرفة بالنسبة للنواحي الفنية المتعلقة بالعملية نفسها .

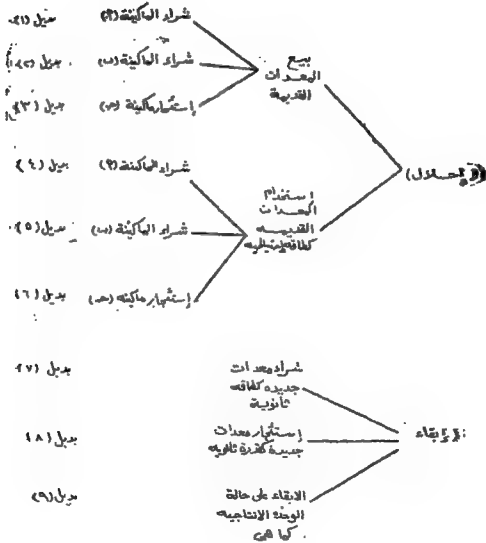
ففي هذا المثال يفكر القائم بالدراسة أن عملية قطع ثقب تكون عبارة عن تفريغ بإزالة الزايش بإستخدام أنواع مختلفة من ماكينات المثقاب ذات قدرات متفاوتة وتكلفة متفاوتة ، ويحاول أن يبنى قراره على اختيار أحسن الماكينات حلالة وأقلها تكلفة . وهنا يكون الخطأ لأن التفريغ بإزالة الزايش تفعل جزءاً بسيطاً من مجموعة البدائل الممكنة مثل أمكانية إستخدام سنايك القص أو أمكانية تفريغ الثقب بإستخدام لب الأوكس أستلين أو بإستخدام معدات التفريغ الكهربائي أو بالقص عن طريق التفريغ المغناطيسي إلخ : وقد يكون اختيار أحد هذه البدائل الأخيرة اختياراً اقتصادياً موفقاً بالنسبة لحالة المصنع موضوع الدراسة ، ولكن عدم ورود هذه البدائل ضمن جدول التحليل سيحول دون هذا للاختيار الاقتصادي الموفق .

وثمة صعوبة أخرى في هذا المجال أيضاً تتمثل في عدم قيام المختص بتحليل
"بمحصر جميع التباديل والتوافيق المتعلقة بكل البدائل الممكنة التي تضع للصورة كاملة
أمام إدارة الشركة لإتخاذ القرار المناسب .

ولتغلب على الصعوبة الأولى يجب أن يقوم المختص باستطلاع رأى الفنيين
ومهندس الإنتاج حتى يستطيع أن يأخذ في اعتباره جميع البدائل الفنية الممكنة
لإجراء عملية التشغيل اللازمة . أما بالنسبة للصعوبة الثانية فإن إستخدام طريقة
شجرة القرارات يساعد كثيراً في حصر كل التباديل والتوافيق المتعلقة بالبدائل
الممكنة وتوضيح أهمية شجرة القرارات في عملية الحصر نورد المثال المبين في
شكل (٩-١) .

وبتحديد البدائل المختلفة التي تنطبق بالحالة موضوع الدراسة فإن عملية قرار
الاحلال هذه تصبح مجرد مقارنة إقتصادية بين مجموعة من البدائل الممكنة. ولكن
يمكن المختص من عمل المقارنة الإقتصادية بطريقة عملية سليمة، فإنه يلزم بالضرورة
تحديد هذه العوامل :

- ١ — معيار المقارنة .
- ٢ — الفترة الزمنية التي يتخذها المختص أساساً للدراسة .
- ٣ — العوامل الأخرى التي تخرج عن حساب المكسب والخسارة والتي تتمحور
في إختيار البديل المناسب .
- ٤ — حجم الإنتاج المتوقع على مر الزمن
- ٥ — عناصر التكلفة التي تدخل في المقارنة الإقتصادية .
- ٦ — تقديرات التكلفة .



شكل (٩ - ١)

شجرة قرارات افتراضية تستخدم لتحديد البدائل المختلفة

وفيما يلي تحليل موجز لهذه العوامل لتوضيح أهمية كل عامل منها في عملية اتخاذ قرار الإحلال :

١-٢-١ -١ معيار المقارنة :

معايير المقارنة الاقتصادية عبارة عن مقاييس تستخدم لتقييم الإقتصاد البديل المختلفة مثل :

(١) الربح Profit

(ب) معدل العائد على الإستثمار Rate of Return on Investments

(ج) التكاليف الكلية Total Cost

(و) متوسط التكاليف لفترة زمنية محددة Average Cost

(هـ) فترة إسترداد رأس المال Pay Back Period

ويفضل إستخدام الربح ومعدل العائد كمعياران للمقارنة في كثير من الأحوال حيث يشمل هذان المعياران معظم الخصائص التي تتطلبها الشركات الصناعية، ولكن إستخدام أى منهما يتطلب أن يحدد القائم بالتحليل العائد المتوقع الذي يمكن أن ينتج من كل واحد من البدائل المختلفة على حدة، إلا أنه في معظم حالات قرارات الإحلال يكون الحصول على هذه البيانات غاية في الصعوبة بالإضافة إلا أنها قد تكون غير دقيقة ويشوبها الكثير من الشك في حالة تقديرها . وعلى سبيل المثال أرادت شركة ما إحلال ماكينة مثقاب عادية بإحدى الماكينات الآتية :

(١) ماكينة مثقاب حديثة ذات سرعة عالية .

(ب) ماكينة مثقاب مجهزة بجهاز تحكم آلي يتلقى أوامر التشغيل على شريط مثقب .

(ح) ما كينة إنتاج ثوب بها مجموعة مناقيب تعمل في وقت واحد .

فانه يصعب على القائم بالتحليل تقدير الزيادة في دخل الشركة نتيجة لاختيار كل واحد من البدائل الثلاثة وذلك لان العلاقة بين دخل الشركة كسكل وبين إضافة أية واحدة من هذه الماكينات علاقة غير مباشرة وواحية للغاية . أما في الحالات التي يكون فيها علاقة مباشرة وقوية بين دخل الشركة وإضافة المعدات الجديدة مثل تغيير خط إنتاج كامل بالفرقة المذكورة أو إحلال مجموعة من سيارات النقل في إحدى شركات النقل بالسيارات أو إحلال طائرة في إحدى شركات الطيران ، فإن استخدام أي من الريع أو معدل العائد كمييار للمقارنة يكون مفيداً ويفضل على غيره من المعايير .

أما معايير متوسط التكاليف أو مجمل التكاليف فإنها من أهم معايير التقييم التي تستخدم في حالة قرارات الإحلال وذلك لسهولة العمليات الرياضية التي يتطلبها الحل في حالة استخدامها إلا أن هذه السهولة تكون قطعاً على حساب موخر الدقة في القرار ، أما إذا كانت المعدات المتعلقة بالقرار تستهلك على فترة قصيرة (لا تزيد على عامين) فإن استخدام معايير متوسط أو مجمل التكاليف يكون مناسباً جداً ويكون القرار على درجة معقولة من الدقة .

وفترة استرداد رأس المال المستثمر هي عبارة عن المدة الزمنية اللازمة لتغطية الاستثمارات المستخدمة في شراء المعدات ويحمل بعد ذلك أية ربحية تنتج عن الآلة ، وتستخدم بكفاءة عالية في حالات قرارات الإحلال البسيطة لسهولة العمليات الحسابية فضلاً عن بساطتها .

٩-٣-٢ الألفى الزمني المتخذ أساساً للمقارنة :

وهو الزمن المتوقع لعمر المعدات داخل المصنع أو بمعنى آخر هو فترة الحاجة

المنطقية لهذه المدلات قبل أن تنتهي العروضة التي أدت إلى شرائها أو قبل أن يظهر في الأسواق معدات حديثة تجعل استمرار وجود هذه المعدات بالمنصنع أمر غير اقتصادي .

١-٣-١ - ٣-١ - ٣-١ العوامل الأخرى التي تفرج عن حساب المكسب والخسارة :

يمكن حصر بعض العوامل التي قد تؤثر في إتخاذ قرارات الإحلال كما يلي :

١ - عوامل تتعلق بسياسة الحكومة :

(أ) سياسة التصدير والإستيراد .

(ب) التضخم وثبات الأسعار .

(ج) نظام الضرائب .

(د) القوانين التي تحد ترقية ونقل وإستبدال العاملين .

٢ - عدم التأكد من ثبات الربح الحدى .

من المعروف أن إدرات الشركات تميل إلى التحفظ في إتخاذ قرارات التي تحتمل المخاطر .

٣ - تطور التكنولوجيا .

إذا بقود التطور السريع في التكنولوجيا الخاصة بتصنيع الآلات إلى اختيار البديل التي تكون فترة إسترداد رأس المال المستثمر فيها أقل ما يمكن .

٤ - مقدار المبالغ المتاحة للاستثمار في شراء المعدات والمكينات الجديدة .

٥ - إستعداد العاملين التطور لمسايرة التقدم التكنولوجي الذي تحتويه المعدات الجديدة .

٩-٣-١-٤ حجم الإنتاج للتوقع على مر الزمن :

هذا العامل له أهمية خاصة عندما تكون المعدات اللازمة من نوع المعدات أو الماكينات التي تستخدم في أغراض خاصة مثل الماكينات التي تصمم خصيصاً لتؤدي مجموعة من عمليات التشغيل على منتج ما بطريقة آلية وسريعة ولكنها ليست من المرونة بحيث تستخدم لأغراض أخرى لعمل منتجات أخرى ولربها إختلاف طفيف وفي مثل هذه الحالات غالباً ما تكون هناك معدات نصف متخصصة وليس لها المقدرة الإنتاجية الكبيرة التي تتميز بها المعدات المتخصصة إلا أن مرونتها وإمكانية إستخدامها في أغراض أخرى في المستقبل قد يجعل إختيارها أكثر توفيقاً وهذا بطبيعة الحال يخضع لحجم الإنتاج وطبيعته بالشركة.

٩-٣-١-٥ عناصر التكلفة :

يصاحب وجود الآلات والمعدات بالمصنع تناقص تدريجي مستمر في قيمتها الاقتصادية نتيجة لتآكل أجزائها ونتيجة لقدمها ، وهذا ما يعرف بأهلاك القيمة وهذا الأهلاك قد يختلف إختلافاً بينا عن الأهلاك الذي يبرج بسجلات إدارة التسكالف .

إذا قد يكون هناك فرق كبير بين القيمة الدفترية للآلة وصافي القيمة التي تعطى لإمكانية إستخدامها في المستقبل .

وثمة عامل تكلفة آخر يجب أخذه في الاعتبار عند القيام بدراسة إحلال ما كينة بأخرى هو مدى إمكانية الاعتماد على صلاحية الماكينة للعمل ، فمن الطبيعي أن فترات تعطيل الماكينة القديمة تكون أطول وأكثر تعاقباً من الماكينة الجديدة وبذلك يقتضى الأمر أن نضاف تكلفة إضافية على طاق الماكينة القديمة تمثل الحصار الناتجة عن كثرة تعطيلها وذلك عند مقارنتها بالماكينة الجديدة

وفي حالة ما إذا أريد ثبات معدل الإنتاج فإن هذه التكلفة الإضافية تشمل في
إستثمار أو شراء. ما كينة إضافية لتكون جاهزة للعمل في حالة توقف الماكينة
القديمة عن العمل فجأة .

١-٣-٦ تقدير اب التكلفة :

تقدير التكلفة يمثل جزءاً رئيسياً في تكوين نموذج الإحلال وكلما كان هذا
التقدير دقيقاً كلما كان القرار موقفاً، ويعتمد هذا التقدير على البيانات الناتجة عن
ظروف التشغيل في الماضي وكذلك ظروف التشغيل والإنتاج والتسويق المحيطة
بالمصنع موضوع الدراسة، وهناك كثير من الوسائل الإحصائية التي تمكن القائم
بالدراسة من تقدير المناسب لعناصر التكلفة التي تدخل في نموذج الإحلال.

١-٣-٧ الصعوبات التي تصاحب دراسات الإحلال :

هناك مجموعتين الصعوبات التي تصاحب عملية الإحلال نذكر أهمها فيما يلي :

١ — لما كان مقدار الإهلاك السنوي الذي يخصم من قيمة المعدات يعتمد
أساساً على العمر المقتدر لهذه المعدات فإن حاصل تخلف المعدات نتيجة لظهور
معدات أحدث في الأسواق بالإضافة إلى عوامل أخرى منها، سياسة الحكومات
والحد من الإستيراد في الدول النامية ، يجعل تقدير العمر الفعلي للمعدات غاية في
الصعوبة وكثيراً ما يأتي غير ملائم نتيجة التغيرات في سياسة الدول النامية .
٢ — قد يوجد بعض الشك في دقة عوامل التكلفة التي توجد في نموذج
الإحلال حيث أن معظم الشركات لا تظهر في سجلاتها مفردات التكلفة لكل ماكينة
أو آلة على حدة .

٣ — عادة ما يتم تقدير كثير من عوامل التكلفة مثل الإصلاحات والصيانة
خاصة بالنسبة للمكينات الجديدة ولكن تزداد دقة التقدير بمرور الإستعانة

بالشركات للمائة أو المؤسسات التي بها ماكينات مشابهة والتي تعمل في ظروف تشغيل مماثلة .

٤ — إقتراض أن الماكينة الجديدة سوف تعمل طوال الوقت (١٠٠٪) ليس بالامر السليم في بعض الأحيان ، لذا يجب أن يكون التحليل طبقاً لأحدى الاسس الآتية :

- (أ) تقدير أيام التشغيل الفعلية في العام .
- (ب) وضع الحسابات على أساس إنتاج عدد محدد من القطع في العام .
- (ج) تعديل نسبة التشغيل المائة في المائة (١٠٠٪) لتصبح ٧٠٪ و ٨٠٪ مثلاً على حسب ظروف التشغيل في الماضي .

٥ — اغفال بعض عناصر التكلفة (سبوا أو لعدم القدرة على أخذها في الاعتبار لعدم توافر البيانات) التي تدخل ضمن القرار مثل حساب القدرة الكهربية أو المواد غير المباشرة (الزيوت والشمومات والمهسات الأخرى) ... إلخ قد يتسبب في إختيار غير موفق .

٦ — القبول المطلق لبيانات وأرقام إدارة التكاليف والحسابات التي غالباً ماتقدر المصاريف الإضافية كنسبة من الأيجور المباشرة مما يؤدي إلى عدم دقة نموذج إقتخاذ القرار خصوصاً أن إضافة ماكينة جديدة سينتج عنه حتماً تغيير نسبة المصاريف الإضافية الثابتة ، ولتلافى هذا الخطأ يجب تحليل بنود المصاريف الإضافية الواردة بنبدأ وتعديل أى بند حسب الموقف الجديد الذي سينتج بعد إضافة المعدات الجديدة .

٧ — يجب البعد كلية عن التطبيق الأعمى للقوانين والعلاقات الرياضية

المستنتجة من البحوث الميدانية والتجارب السابقة لأن هذه العلاقات التي استنتجت من حالة معينة قد لا تطبق على حالة أخرى حتى ولو كانت للمعدات واحدة في الحالاتين ، وذلك لأن إستنتاج العلاقات الرياضية يستدعى وضع فروض خاصة لطبيعة التغير في عوامل التكلفة ، وهذه العوامل قلما تطبق على حالة أخرى غير الحالة الأصلية التي استنتجت منها ، ولذا يجب إستخدام هذه النماذج الرياضية بجذر أو يجب الاستعانة بالمتخصصين لتعديلها بما يتلائم مع ظروف المشروع محل الدراسة .

٩-٣-٢ أمثلة توضيح قرارات الإحلال :

٩-٣-٣-١ مثال :

يقوم قسم مافي إحدى الشركات بصناعة بعض الأجزاء الميكانيكية التي تباع في الأسواق وهي مطلية بطبقة من الكروم ، وهذا النوع من الطلاء يتطلب أن يكون السطح نظيفاً عالياً من أية آثار للزيوت أو الصدأ . لذلك يلزم غسل هذه القطع جيداً لإزالة كل آثار زيوت القطع بعد عمليات الخراطة ، وتستخدم الشركة أحواض غسل يدوية لهذا الغرض .

وقد ظهرت في الأسواق ماكينة صغيرة تقوم بعملية إزالة الشحوم والزيوت بطريقة نصف آلية وقد طلب مدير الإنتاج من الباحث الأول بالإدارة عمل مقارنة إقتصادية بين المعدات القديمة والمعدات الحديثة بهدف إتخاذ قرار أما بالإبقاء على المعدات الحالية أو إستبدالها بالمعدات الحديثة ، وقد حدد الباحث الأول العوامل التي يجب أخذها في الحسبان عند إجراء المقارنة المطلوبة كالآتي :

(١) المصاريف الرأسمالية (الإستثمارات) . (ب) العمالة المباشرة .

(ج) المهبات والمصاريف الغير مباشرة .

وتتم تحليل كل عامل من العوامل الثلاثة السابقة كما في جدول رقم (٩-١) .

جدول رقم (٩-١) بالجنهيات

تكاليف النسالة الحالية في يوم	تكاليف النسالة المقترحة في اليوم	الوفر المتوقع في اليوم	مصدر التكلفة
—	٢٠٠٠٠	(٢٠٠٠٠)	١- الإستثمار ب- العمالة المباشرة :
٢٨,٥			١- عمال الفسيل (١٥٤ ساعة عمل بمعدل ٢٥ قرشا الساعة)
	٢,٥	٢٥	٢- عمال الفسيل (١٤ ساعة عمل بمعدل ٢٥ قرشا الساعة)
١٤,٧	—	١٤,٧	٣- عمال نقل الموارد الأحواض (٢٢ ساعة عمل × ٣٥)
٥٣,٢	٢,٥	٤٩,٧	إجمالي العمالة المباشرة
			د- المهات والمصاريف غير المباشرة :
٧٥	—	٧٥	١- مواد الفسيل
١٥	—	(١٠)	٢- ميساء
١٧,٥	١٧,٥	١٣٢,٥	٣- بخار ومواد مضغوط
٢٥	٥	٢٠	٤- قدرة كهربائية
١٥	—	١٥	٥- وقود (مولار)
٢٠	٥	١٥	٦- صيانة
—	١٠٠	١٠٠	٧- إضافات مذيب الشحوم
١٩٠	١٤٢,٥	١٤٧,٥	إجمالي للمهات والمصاريف غير المباشرة
٣٤٣,٢	١٤٦,٥	١٩٧,٢	إجمالي التكلفة بيند د- + دح

وبذلك يكون الزفر المتوقع في اليوم مساوياً ١٩٧,٢ جنياً وذلك مقابل زيادة في رأس المال المستثمر قدرها ٢٠.٠٠٠ جنياً ، وبالتالي يمكن إسترداد رأس المال المستثمر في ١.٠٢ يوماً تقريباً .

$$\text{إذا أن فترة الإسترداد} = \frac{٢٠٠٠٠}{١٩٧,٢} = ١٠١,٤٢ \text{ يوماً تقريباً}$$

وبالتالي إذا زاد العمر الإنتاجي للآلة عن ١.٠٢ يوماً فيعد هذا ربحاً يحققه للشروع من جراء قرار الإستبدال ، فإذا علم بأن هذه النسالة الأتوماتيكية يمكن تشغيلها بصورة اقتصادية لمدة ١٠ سنوات فإن ذلك يعني أن الإستثمار في هذه المعدات الجديدة يعد أمراً مربحاً للغاية .

إلا أن المقارنة السابقة أغفلت عنصر هاماً وهو تكلفة رأس المال المستثمر، إذ يؤدي شراء الآلة الجديدة إلى إستثمار ٢٠.٠٠٠ جنياً الأمر الذي يضيع على المشروع فرصة إستثمارها في نواحي أخرى بديلة وبالتالي ضياع أرباح كان من الممكن للمشروع تحقيقها وتسمى هذه التكلفة بنفقة الفرصة البديلة (أو تكلفة الفرصة البديلة) إلا أن تكلفة الفرصة البديلة هذه تتناقص طاماً بعد آخر بسبب نقص قيمة الآلة أى نقص مقدار رأس المال المستثمر سنة بعد أخرى، إذ بمجرد شراء الآلة وإستخدامها في العملية الإنتاجية يتم حمل نموذج إستهلاك معين يعكس النقص المتوقع في قيمة الآلة سنة بعد الأخرى ، وقد يستخدم في هذا الصدد معدل الإستهلاك المنتظم والذي يتم تعديده بقسمة ثمن الآلة على عدد سنوات تشغيلها .
الترتبة فيتم بذلك تحديد القسط المتساوي للإستهلاك السنوي للآلة خلال عمرها الإنتاجي .

وإذا أخذ بنظام معدل الإستهلاك المنتظم فإنه يمكن حساب تكلفة رأس

المال المستثمر أو بمعنى آخر تكلفة الفرصة البديلة كالآتي :

نفرض أن رأس المال المستثمر ١

سعر الفائدة ف

العمر الإنتاجي للآلة ن

وفيما يلي نبين رأس المال المستثمر في كل عام وكذا تكلفة الفرصة البديلة

المقابلة لها وذلك كما في جدول رقم (٩-٢)

جدول رقم (٩-٢)

السنة	رأس المال المستثمر	تكلفة رأس المال المستثمر
١	١	١ ف
٢	$1 - \frac{1}{n} = 1 - \left(\frac{1}{n} - 1\right)$	$1 - \left(\frac{1}{n} - 1\right) ف$
٣	$1 - \frac{2}{n} = 1 - \left(\frac{2}{n} - 1\right)$	$1 - \left(\frac{2}{n} - 1\right) ف$
:		
:		
١-ن	$1 - \frac{(2-n)}{n} = \frac{(12+n-1n)}{n} = \frac{12}{n}$	$\frac{12}{n} ف$
ن	$1 - \frac{(2-n)}{n} = \frac{1+n-1n}{n} = \frac{1}{n}$	$\frac{1}{n} ف$

وبذا يتناقص رأس المال المستثمر كل عام بمقدار $\frac{1}{n}$ ويقابله نقص في تكلفة

رأس المال المستثمر بمقدار $\frac{af}{n}$ وبذا فإنه يمكن حساب متوسط الفائدة السنوية

$$\text{متوسط الفائدة السنوية} = \left(af + \frac{af}{n} \right) \div 2$$

$$= \frac{af}{2} \left(1 + \frac{1}{n} \right)$$

$$= \frac{af}{2} \left(\frac{n+1}{n} \right)$$

ولإيضاح ذلك نعود إلى المثال السابق (مثال ١-٣-٢-٩) نجد أن رأس المال المستثمر ٢٠٠٠٠ جنها وأن العمر الإقتصادي للآلة هو ١٠ سنوات تصبح قيمة الآلة بعد ما صفراً ، فإذا اعتبرنا أن رأس المال يستهلك بمعدل ثابت سنوياً ، فإن مقدار رأس المال المستثمر وكذا الفائدة المقابلة تصبح كافي جدول رقم (٢-٩) .

ويمكن مجموع الفوائد = ١١٠٠٠ جنها

$$\text{ويمكن متوسط التكلفة السنوية} = \frac{11000}{10} = 1100 \text{ ج}$$

ويمكن الوصول إلى التكلفة المتوسطة السنوية دون حاجة إلى إيجاد مجموع الفوائد بإستخدام القانون المذكور ، وذلك كما يلي :

$$\text{متوسط الفائدة السنوية} = \frac{af}{2} \left(\frac{n+1}{n} \right)$$

جدول رقم (٣-٩) بالجنيات

السنة	القيمة الدفترية	المتوسط السنوي للإستهلاك	الفائدة بواقع ١٠٪
١	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠
٢	١٨٠٠٠	٢٠٠٠	١٨٠٠
٣	١٦٠٠٠	٢٠٠٠	١٦٠٠
٤	١٤٠٠٠	٢٠٠٠	١٤٠٠
٥	١٢٠٠٠	٢٠٠٠	١٢٠٠
٦	١٠٠٠٠	٢٠٠٠	١٠٠٠
٧	٨٠٠٠	٢٠٠٠	٨٠٠
٨	٦٠٠٠	٢٠٠٠	٦٠٠
٩	٤٠٠٠	٢٠٠٠	٤٠٠
١٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠

$$\left(\frac{١٠ + ١}{١٠} \right) \frac{٢٠٠٠ \times ١٠\%}{٢} =$$

$$= ١١٠٠ \times \frac{١١}{١٠} =$$

وعلى هذا الأساس يجب إعادة حساب فترة الإسترداد في مثال رقم (٣-٢-١-١) حتى يمكن أخذ تكلفة رأس المال المستثمر في الحسبان وذلك كما يلي:
متوسط الفائدة = ١١٠٠ جنيًا.

٠. متوسط الفائدة في اليوم (بفرض أن السنة ٣٧٥ يوم عمل فقط)

$$\frac{1100}{375} = ٤ \text{ جنيهًا}$$

وبذلك يصبح مقدار الوفر اليومي في مثال (٩ - ٣ - ١) نتيجة شراء القسمة المقترحة مساوياً .

$$١٩٧,٢ - ٤ = ١٩٣,٢$$

$$\text{ويمكن فترة الإسترداد} = \frac{٢٠٠٠٠}{١٩٣,٢} = ١٠٣,٥ \text{ يوماً تقريباً .}$$

ولمير هنا إلى أنه في المثال السابق تم تحديد الوفورات في تكلفة العمالة المباشرة وكذا المبيعات والمصاريف الغير مباشرة ثم مقارنة هذه الوفورات بالزيادة المقابلة في الأموال المستثمرة لتحديد فترة الإسترداد ، إلا أنه يجب على فترة الإسترداد كأساس لإتخاذ قرار الإستبدال بأنها تهمل الفائض الذي يتحقق بعد فترة الإسترداد هذه ، إذ قد تتاح لإدارة المشروع فرصة إستبدال الآلة الحالية بإحدى آلتين (١) أو (ب) وإذا كانت فترة إسترداد الآلة (١) خمس سنوات بينما فترة إسترداد الآلة (ب) ثمان سنوات فإنه يفضل إستبدال الآلة الحالية بالآلة (١) رغم أن هذا القرار قد يكون قرار غير سليم إذ ما تبين أن الآلة (١) لا تحقق أجرة وفورات تذكر بعد خمس سنوات ، علماً بأن الآلة (ب) تستمر في تقديم وفورات ولمدة طويلة بعد فترة إسترداد الأموال المستثمرة وهي ثمان سنوات .

ولذلك قد تم المقارنة بين البدائل المختلفة على أساس المقارنة الكاملة بين المصاريف الرأسمالية ومصاريف التشغيل لكل بديل من البدائل المعروضة وخلال

فترة المقارنة لتحديد البديل الأمثل . ويلزم لإجراء هذه المقارنة توزيع رأس المال المستثمر على سنوات المقارنة ويتم ذلك باختيار النموذج الملائم لإستهلاك الآلة ، ولذا سوف نبين أولاً كيفية تحديد مقدار القسط السنوى الذى يمكن الإستهلاك المتوقع فى قيمة الآلة من ناحية وكذلك تكلفة رأس المال (نفقة القرض البديلة) من ناحية أخرى وذلك كما يلى :

$$١ - ٣ - ٣ - ٢ \text{ مثال :}$$

نفرض أن تكلفة شراء الآلة ٧٠٠٠ جنيهاً وكان العمر الإنتاجى المتوقع لها ٦ سنوات ويمكن بيع الآلة فى نهاية الستة سنوات بمحوالى ١٠٠٠ جنيهاً ، فإذا استخدم معدل إستهلاك ثابت ، كان معنى ذلك أن :

$$\text{قسط الإستهلاك السنوى} = \frac{١٠٠٠ - ٧٠٠٠}{٦} = ١٠٠٠ \text{ جنيهاً .}$$

وإذا كان معدل الفائدة ٨ ٪ فإن الفائدة المستحقة فى العام الأول $٧٠٠٠ \times ٨\% = ٥٦٠$ جنيهاً ، وفى السنة الثانية $٦٠٠٠ \times ٨\% = ٤٨٠$ جنيهاً .

وهكذا لباقي السنوات ، وبين فى جدول رقم (٩ - ٤) رأس المال المسترد وكذا تكلفة رأس المال المستحقة فى كل عام .

إلا أن الفوائد المحسوبة بهذه الطريقة هى فوائد بسيطة وليست مركبة ، إذ قد خصصنا الفائدة المستحقة إلى الأصل فى نهاية كل سنة وبالتالي يرداد الأصل فى نهاية كل سنة وبالتالي الفائدة المستحقة عن تلك الوسطة الزمنية ، فإذا افترضنا أن .

١ = الأموال المستثمرة فى شراء الآلة عند بداية الفترة محل لدراسة .

رأس المال المسترد + الفائدة	الفائدة على رأس المال الغير مسترد	رأس المال الغير مسترد في بداية كل عام	رأس المال المسترد	السنة
١٥٦٠	٥٦٠	٧٠٠٠	١٠٠٠	١
١٤٨٠	٤٨٠	٦٠٠٠	١٠٠٠	٢
١٤٠٠	٤٠٠	٥٠٠٠	١٠٠٠	٣
١٣٢٠	٣٢٠	٤٠٠٠	١٠٠٠	٤
١٢٤٠	٢٤٠	٣٠٠٠	١٠٠٠	٥
١١٦٠	١٦٠	٢٠٠٠	١٠٠٠	٦

ف = معدل الفائدة السائد .

هـ = الفترة الزمنية للدراسة وهي عادة ما ترتبط بالعمر الإنتاجي للفرد .

ح = الجلة التي تزول إليها الأموال المستثمرة في نهاية الفترة .

إذا جملة الأموال المستثمرة في نهاية السنة الأولى = ١ (١+ف)

ثانية = $(1+f)(1+f)$, , , , ,

$$v(f+1) =$$

إذا جملة الأموال المستثمرة في نهاية السنة الثالثة $= 1(1+f)^2 + 1(1+f) =$

:

$= 1(1+f)^n + 1(1+f)^{n-1} + \dots + 1(1+f)^2 + 1(1+f) + 1$

(١) $\therefore 1(1+f)^n =$

(٢) ومنها $1 = \frac{1(1+f)^n}{1(1+f)^n}$

وإذا افترضنا أنه الحصول على القيمة (٣) في نهاية الفترة n سوف يتم دفع أقساط سنوية في نهاية كل سنة قيمتها ١ إذا :

$$1 + 1(1+f)^{-1} + 1(1+f)^{-2} + \dots + 1(1+f)^{-n} = 1$$

أى تصبح (٣) في هذه الحالة مجموع متوالية هندسية عدد حدودها (٤) وحدها الأول (١) وأساسها (١ + ف) ، وبذا فإن قيمة (٣) تصبح كما يلي :

(٢) $1 = \frac{[1 - (1+f)^{-n}]}{f}$

وبالتالى :

(٤) $1 = \left[\frac{f}{1 - (1+f)^{-n}} \right]$

وبالتعويض عن قيمة (ح) كـ ف (٢) فإن (٤) تصبح كما يلي :

$$\left(\frac{ف}{1 - ١٠(ف + ١)} \right) ١٠(ف + ١) = ١$$

$$(٥) \quad \left(\frac{١٠(ف + ١)}{1 - ١٠(ف + ١)} \right) ١ = ١٠٠$$

وبالتالى فإن ١٠ تعبر عن القسط السنوى اللازم لإسترداد الأموال المستثمرة (١) خلال فترة زمنية مقدارها ١٠ من السنوات وبسر فائدة سنوى مقداره ١٠ .

وهناك جداول رياضية يمكن أن تستخرج منها القيمة $\frac{ف}{1 - ١٠(ف + ١)}$

مباشرة .

وبالإلتها . من بيان كيفية حساب القسط السنوى خلال الفترة الإنتاجية ١٠ وللأهم لإسترداد رأس المال المستثمر وكذا الفائدة المستحقة عليه تعود لتوضيح كيفية إجراء المقارنة اللازمة لإتخاذ قرار الإستبدال على أساس المقارنة السنوية لتكاليف الكلية بما فيها لتكاليف الرأسمالية لكل بديل من البدائل محل الدراسة وذلك كما يلي :

٩-٣-٤ نموذج الإحلال الأساسى :

كثير ما تختلف قيمة الآلة الدفترية عن قيمتها السوقية الأمر الذى قد يؤدى إلى وجود ربح رأسمالى فى حالة زيادة القيمة السوقية عن القيمة الدفترية أو حل العكس وجود خسارة رأسمالية إذا انخفضت القيمة السوقية عن القيمة الدفترية وتحدث هذه الحالة الأخيرة إذا ما كانت هناك رغبة فى إحلال الآلة قبل المدة

الخاصة بمرما الإنتاجى . ولتغير هنا إلى أنه لا يجب تحميل هذه الخسارة
الرأسمالية على الآلة الجديدة إذ يودى ذلك إلى تحميل الآلة الجديدة بالخسائر الخاصة
بقرار سابق .

ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالى :

٩-٣-٦ - ١ مثال :

اشترت شركة النصر الآلة (١) بـ ٢٢٠٠٠ جنيهاً من ستة سنوات سابقة ،
وكان العمر الإنتاجى المقدر لها فى ذلك الوقت هو عشر سنوات على أن يباع فى
نهاية الـ ٢٠٠٠ جنيهاً . فإذا تم استخدام قسط إستهلاك متساوى ، كان
معنى ذلك أن قيمة الآلة الدفترية هى ١٠٠٠٠ جنيهاً (٢٢٠٠٠ - ٦ × ٢٠٠٠ = ١٠٠٠٠) ، وكالت مصاريف التشغيل السنوية للآلة ٨٠٠٠ جنيهاً . فإذا
فكرت الشركة حالياً فى إحلال آلة جديدة (ب) محل الآلة (١) ، فإن القيمة
السوقية للآلة (١) هى ٤٠٠٠ جنيهاً فقط ، كما أن ثمن شراء الآلة (ب) هو
٣٠٠٠ جنيهاً . وفى مقابل ذلك فإن مصاريف التشغيل السنوية الخاصة بها ٣٠٠٠
جنيهاً فقط . وكان العمر الإنتاجى للتوقع الآلة (ب) هو ١٠ سنوات على أن
تكون قيمتها السوقية صفرأ فى نهاية هذه الـ ١٠ سنوات . فإذا كان سعر الفائدة السائد فى
السوق هو ١٠ ٪ ، فهل يفضل إحلال الآلة (١) بالآلة (ب) أم لا ؟

الحل :

يتوقف القرار الخاص بالإحلال على كيفية معالجة الخسارة الرأسمالية الخاصة
بالآلة (١) إذ أن القيمة الدفترية لها ١٠٠٠٠ جنيهاً ، فى مقابل قيمة سوقية
٤٠٠٠ جنيهاً فقط . ولتغير هنا إلى أن القرار الصحيح يقتضى إهمال هذه الخسارة
عند التفكير فى الإحلال ، إذ يجب على إدارة المشروع عند إتخاذ قرار الإحلال

هذا أن تنظر للوضوع كما لو كانت طرف خارجى ترغب فى إقتناء أحد الآتين (١) أو (ب) أى يتم المقارنة على أساس تكاليف إقتناء وتشغيل كل من الآتين فى المستقبل وبالتالي فتكون المقارنة على أساس وجهة النظر الخارجية كما يلى :-

المصاريف السنوية للإبقاء على الآلة (١)

$$(٢٠٠٠ - ٤٠٠٠) + ١٠\% \times ٢٠٠٠ + ٨٠٠٠ =$$

$$\left(\frac{١(٠.٤ - ١) \times ١٠}{١ - ١(٠.١٠ + ١)} \right) .$$

$$٣١٥٠ \times ٢٠٠٠ + ٢٠٠ + ٨٠٠٠ =$$

$$= ٨٨٣١ \text{ جنيهاً}$$

ويمكن توضيح ذلك فيما يلى

• مصاريف تشغيل سنوية ٨٠٠٠ جنيهاً

• للإبقاء على الآلة (١) يتحمل المشروع مبلغ ٤٠٠٠ جنيهاً ويسترد منها

٢٠٠٠ جنيهاً قيمة الآلة فى نهاية المدة أى بعد أربع سنوات، أى يجب تقسيم هذا المبلغ إلى قسمين :

• مبلغ ٢٠٠٠ تم دفعها حالياً وتسترد بعد ٤ سنوات وبالتالي يجب تحميل

كل سنة من السنوات التشغيل الأربع بالفائدة السنوية المستحقة على هذه الأموال بواقع ١٠٪ سنوياً .

• مبلغ ٢٠٠٠ يتم دفعها حالياً دون إستردادها فى نهاية الفترة ، ولذا يجب

تحميلها على أربع أقساط سنوية مستخدمين المعادلة رقم (٥) السابق بيانها والتى تحدد القسط السنوى كما يلى :

$$\left(\frac{F(1+F)^n}{1-(1+F)^n} \right) \text{ المبلغ المستثمر}$$

هذا ويمكن تحديد المقدار في الطرف الأيسر للمعادلة باستخدام جدولي رياضية لكل قيم F و n

وتتكون التكلفة السنوية للإبقاء على الآلة (ب)

$$\left[\frac{1'(\%10+1)^1 / 10}{1 - 1'(\%10+1)} \right] 30000 + 3000 =$$

$$4883 + 3000 =$$

$$7883 \text{ جنيهاً}$$

٩-٣-٥ كيفية معالجة الاختلاف في العمر الإنتاجي الآلات محل الدراسة :

كثيراً ما يمتد العمر الإنتاجي للآلة الجديدة لمدة أطول من العمر الإنتاجي للآلة القديمة للطلاب إجمالاً ، ويلزم هنا تحديد فترة كأساس للدراسة يتم فيها مقارنة المصاريف الخاصة بكل بديل من البدائل مع إجمال المصاريف المتوقعة بعد فترة الدراسة أو قد تؤخذ هذه المصاريف في الحسبان وذلك كما في المثال التالي :

٩-٣-٥-١ مثال :

إذا كانت القيمة السوقية للآلة (١) في شركة النصر هو ٥٠٠ جنيهاً ، ويتظر أن تستمر الآلة (١) في العمل لمدة عامين قادمين ويتظر ألا يكون لها قيمة سوقية في نهاية تلك المدة ، وكانت مصاريف التشغيل السنوية ١٠٠٠ جنيهاً . ويمكن للشركة إحلال الآلة (١) بالآلة (ب) في نهاية السنتين وذلك مقابل

٢٠٠٠ والعمر الإنتاجي المتوقع للآلة (هـ) ٨ سنوات وليس لها قيمة سوقية في نهاية تلك للدة ، كما أن مصاريف التشغيل السنوية المتوقعة هي ٦٠٠ جنيهًا.

ومن ناحية أخرى يمكن لشركة النصر لإحلال الآلة (١) فوراً بالآلة (جـ) والتي يمكن شرائها بـ ١١٠٠٠ جنيهًا ويتنظر أن يستثمر همها الإنتاجي ٦ سنوات وتتمتع بمصاريف التشغيل السنوية بـ ٨٠٠ جنيهًا وليس للآلة قيمة في نهاية المدة.

ويمكن إجمال البيانات السابقة في جدول رقم (٥) ، ونظرا لاختلاف فترة التشغيل لكل من البدلين ، يتم اختيار فترة كأساس للدراسة وليسكن ٦ سنوات وهي العمر الإنتاجي للآلة (جـ) .

جدول (٥)

الإبقاء على الآلة (١) مع إحلالها بالآلة (ب) في نهاية العامين		الإحلال للآلة (جـ) محل الآلة (١)		نهاية السنة
المصاريف الاستثمارية	مصاريف التشغيل	المصاريف الاستثمارية	مصاريف التشغيل	
٥٠٠ آلة (١)	١٠٠٠	١١٠٠٠ آلة جـ	٨٠٠	٠
٥٠٠٠ آلة (ب)	١٠٠٠		٨٠٠	١
	٦٠٠		٨٠٠	٢
	٦٠٠		٨٠٠	٣
	٦٠٠		٨٠٠	٤
	٦٠٠		٨٠٠	٥
	٦٠٠		٨٠٠	٦
	٦٠٠			٧
	٦٠٠			٨
	٦٠٠			٩
	٦٠٠			١٠

ونلاحظ هنا أن فترة التشغيل البديل الأول هي عشر سنوات إذ يتم إحلال الآلة (ب) محل الآلة (أ) في نهاية العمر الإنتاجي للآلة (أ) وتستمر الآلة (ب) في التشغيل لمدة ثمان سنوات أخرى. وإذا تدخل أربع سنوات فقط من سنوات تشغيل الآلة (ب) ضمن فترة الدراسة ، فإذا تم التحميل بالتساوي للمصاريف الاستثمارية للآلة (ب) على العمر الإنتاجي لها فإن نصيب كل سنة ابتداء من نهاية السنة الثانية حتى نهاية السنة العاشرة من إجمالي المصاريف يكون .

$$\left(\frac{10(1 + 0.1)}{1 - 0.1} \right) 20000 + 600 =$$

$$\left(\frac{10(1.1 + 1) \times 0.1}{1 - 10(0.1 + 1)} \right) 20000 + 600 =$$

$$1610 \times 20000 + 600 =$$

$$3220 + 600 =$$

$$3820 \text{ جنيهًا}$$

أما المصاريف الخاصة بالآلة (أ) خلال السنة الأولى والثانية

$$\left(\frac{10(0.1 + 1) \times 0.1}{1 - 10(0.1 + 1)} \right) 500 + 100 =$$

$$5454 \times 500 + 1000 =$$

$$2727 + 1000 =$$

وتكون المصاريف السنوية الخاصة بالآلة (ح)

$$\left(\frac{(\% . ٦ + ١) \% . ٦}{(١ - (\% . ٦ + ١))} \right) ١١٠٠٠ + ٨٠٠ =$$

$$٢٠٣٤ \times ١١٠٠٠ + ٨٠٠ =$$

$$٢٢٣٧,٤ = ٢٠٣٧,٤ + ٨٠٠ =$$

ويمكن توضيح المصاريف السنوية لكل بديل في جدول (٦)

جدول رقم (٦)

السنة	البديل الأول	البديل الثاني
١	١٢٧٢,٧	٢٠٣٧,٤
٢	١٢٧٢,٧	٢٠٣٧,٤
٣	٢٨٢٠	٢٠٣٧,٤
٤	٢٨٢٠	٢٠٣٧,٤
٥	٢٨٢٠	٢٠٣٧,٤
٦	٢٨٢٠	٢٠٣٧,٤
٧	٢٨٢٠	
٨	٢٨٢٠	
٩	٢٨٢٠	
١٠	٢٨٢٠	

ويتبين لنا من جدول (٦) صعوبة المقارنة بين البديلين ، فبينما نجد البديل الأول أفضل بكثير في السنة الأولى والثانية نجد أنه على العكس يتميز البديل الثاني على البديل الأول في السنوات الأربع التالية . ولذا يفضل لإجراء المقارنة في هذه الحالة أن نوجد القيمة الحالية لهذه الأقساط السنوية ولحساب هذه القيمة الحالية نستخدم العلاقة (٥) إذ أن معرفة القسط السنوي وكذا سعر الفائدة ومدة الدراسة يمكننا من معرفة القيمة الحالية (١) كما يلي :

$$\left[\frac{1 - \frac{1}{(1 + f)^n}}{f} \right] \cdot 1 = 1$$

كما أنه من العلاقة (١) يمكن تحديد القيمة الحالية (١) إذا ما عرفت الجلة (ح) وذلك كما يلي :

$$(٧) \quad \frac{1}{f(1 + f)^n} = 1$$

البديل الأول :

يمكن حساب القيمة الحالية لسنة الأولى والثانية بإحدى طريقتين

$$\left(\frac{1 - \frac{1}{(1 + 0.06)^5}}{0.06} \right) 1277.7 = \text{الأول}$$

$$2222.4 = 1832.4 \times 1277.7 =$$

$$\left(\frac{1 - \frac{1}{(1 + 0.06)^5}}{0.06} \right) 1000 + 500 = \text{الثانية}$$

$$2222.4 = 1832.4 \times 1000 + 500 =$$

وتكون القيمة الحالية لباقي الأقساط في نهاية السنة الثانية

$$\left[\frac{1 - \frac{1}{(1 + 0.06)^3}}{0.06} \right] 2820 =$$

$$2,4601 \times 2820 =$$

ويستخدم العلاقة (٧) تكون القيمة الحالية في بداية السنة الأولى لباقي الأقساط .

$$\frac{12226.7}{0.06(1 + 0.06)^5} =$$

$$1178.7 = 8900 \times 12226.7 =$$

- ٣١٢ -

وتكون القيمة الحالية البديل الأول $= ٢٣٣٧,٤ + ١١٧٨٠,٧$
 $= ١٤١١٤,١$ جنيهاً .

البديل الثاني :

يمكن حساب القيمة الحالية بأحدى الطريقتين التاليتين :

$$\text{الأول} = ٢٠٣٧,٤ \left(\frac{1 - (\frac{1}{1.06})^6}{(\frac{1}{1.06})} \right)$$

$$= ٩١٧٣ \times ٢٠٣٧,٤ =$$

$$= ١٨٩٣٣,٨ \text{ جنيهاً}$$

$$\text{الثانية} = ١١٠٠٠ + ٨٠٠ \times ٩١٧٣ =$$

$$= ٢١٩٣٣,٨ + ١١٠٠٠ =$$

$$= ١٨٩٣٣,٨ \text{ جنيهاً}$$

وبالتالي يفضل البديل الأول والذي يحقق وفورات مالية قدرها

$$١٨٩٣٣,٨ - ١٤١١٤,١ = ٤٨١٩,٧ \text{ جنيهاً}$$

وتختلف الإجابة بطبيعة الحال إذا ماقررت الشركة إهمال السنوات الأربع المتبقية العمر الإنتاجي للآلة (ب) وتحصيل ثمن شرائها على السنوات الأربع الأولى فقط . إذا يفضل البديل الثاني في هذه الحالة .

٩ - ٣ - ٦ تحديد الوقت الأمثل لاحتلال آلة بأخرى ماثلة لها :

يقع فيما سبق قرارات الاحتلال الخاصة باحتلال آلة أخرى أحدث في الموديل أو تؤدي وفورات أكثر في التشغيل الأمر الذي يصبح من المربح معه إستبدال الآلة الحالية قبل انقضاء عمرها الإنتاجي بفترة معينة . إلا أننا في هذه الفقرة

بحيث في كيفية تحديد الوقت الأمثل لاحتلال آلة بأخرى مثيلة لها تماماً وذلك بفرض أنه يمكن التنبؤ بالمصاريف السنوية الخاصة بالاحتفاظ بالآلة في السنوات المقبلة .

ونحن نتوقع في هذا العدد أن مصاريف التشغيل السنوية قليلة بالنسبة لتكاليف الرأسمالية الكبيرة اللازمة لاقتناء الآلة . وبذا فتعمل إدارة المشروع على الاحتفاظ بالآلة المشتراة أطول مدة ممكنة حتى يمكن توزيع هذه التكاليف الثابتة على أكبر عدد ممكن من السنوات . إلا أنه من ناحية أخرى نتوقع أن تزداد مصاريف التشغيل كلما احتفظنا بالآلة لمدة طويلة ولذا يكون السؤال المطروح ماهو أحسن وقت لاحتلال الآلة الحالية ؟

ولتوضيح الفكرة السابقة ، نحدد أنه لشراء سيارة جديدة نحتاج إلى مبلغ كبير قد يصل إلى ١٠٠٠٠ جنيهاً ، إلا أن مشتري السيارة من ناحية أخرى يأمل في أن تكون مصاريف الصيانة اللازمة قليلة جداً بل تكاد تكون معدومة في الثلاث أو الأربع السنوات الأولى على أن ترتفع بشكل بسيط في السنوات التالية ومن ناحية أخرى يمكن شراء سيارة مستعملة بمبلغ ٥٠٠٠ جنيهاً فقط إلا أن مصاريف الصيانة السنوية قد تكون مرتفعة ، وهنا يجب أن نقارن ما إذا كانت التكاليف السنوية في العشر سنوات القادمة في هذه الحالة أفضل منها في الحالة الأولى أم لا ؟ هذا مع الأخذ في الحسبان ثمن بيع السيارة في نهاية العشر سنوات في كلا الحالتين .

وتعمل نظرية الاحتلال على تحديد هذا التوازن بين التكاليف الثابتة اللازمة لشراء وتركيب الآلة وبين متوسط تكلفة التشغيل السنوية ، ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي :

٩-٣-٦-١ مثال :

تملك شركة بنى سريف للحاصلات الزراعية ماكينه ضخمة تساعد في أعمال الحصاد مستوردة من الخارج تبلغ تكلفتها ما يعادل ٣٥٠٠٠ جنيهاً مصرياً والتي تم شراؤها منذ عامين سابقين . وكان من المقدّر الاحتفاظ بهذه الماكينة لمدة خمس سنوات برأى ١٠٠٠٠ ساعة عمل أى ٢٠٠٠ ساعة سنوياً ، إلا أن الشركة تفكر في إستبدال هذه الآلة حالياً بسبب إرتفاع مصاريف التشغيل السنوية ، وبين في جدول (٧) تكلفه التشغيل وكذا قيمة الآلة السوقية في كل سنة .

جدول (٧) بالمجنيات

السنة	ثمن الشراء	القيمة السوقية في نهاية السنة	تكاليف التشغيل السنوية
١	٣٥٠٠٠	١٥٠٠٠	٥٠٠٠
٢	٣٥٠٠٠	١٢٠٠٠	١٠٠٠٠
٣	٣٥٠٠٠	١٠٠٠٠	١٥٠٠٠
٤	٣٥٠٠٠	٨٥٠٠	٢٠٠٠٠
٥	٣٥٠٠٠	٧٧٠٠	٢٥٠٠٠
٦	٣٥٠٠٠	٦٨٠٠	٣٠٠٠٠
٧	٣٥٠٠٠	٦٠٠٠	٣٥٠٠٠

وتحدد القيم في جدول (٧) أما في ضوء الخبرات السابقة أو في ضوء ما هو متوقع مستقبلاً . ويفترض في المثال السابق ثبات سعر الشراء بالرغم من إمكان اقتراض إرتفاع سعر الشراء أو حتى إنخفاض السعر مستقبلاً .

ولزم هنا لتحديد الوقت الأمثل للشراء إتباع الخطوات التالية :

١ - تحديد تكلفة الاستبدال السنوية وهي تتمثل في تكلفة الشراء مطروحا عنها قيمة الآلة السوقية .

٢ - تحديد مجموع تكاليف التشغيل في نهاية كل سنة وذلك بتجميع تكاليف التشغيل في السنوات السابقة وكذا السنة محل الدراسة .

٣ - تحديد جملة المبالغ المدفوعة حتى نهاية كل سنة والتي تتمثل في حاصل جمع تكلفة الاستبدال مع مجموع تكاليف التشغيل حتى نهاية كل سنة أى حاصل جمع بند (١) مع بند (٢) .

٤ - تحديد متوسط التكاليف السنوية وذلك بقسمة المبلغ في بند (٣) على عدد السنوات .

٥ - اختيار سنة الإستبدال المثلى الخاصة بأقل متوسط لتكلفة في بند (٤) .

ويمكن إستخدام الخطوات السابقة في حل المثال السابق وذلك كما في جدول رقم (٨) .

وملاحظ أنه في حالة إحلال الآلة سنوياً فإن التكلفة المتوسطة تكون كبيرة بسبب إرتفاع تكلفة الإحلال ، وعلى العكس إحلال الآلة بعد خمس سنوات يعمل المشروع تكلفة متوسطة مرتفعة بسبب إرتفاع مصاريف التشغيل .

ويشير هنا إلا أن التكلفة المتوسطة قد إتجهت إلى التقص حتى نقطة الإحلال المثلى ثم إتجهت إلى الزيادة بعد ذلك ، إلا أن هذه التكلفة قد توجه إلى التقص مرة

جدول (٨) بالمخيمات

السنة	ثمن الشراء	القيمة السوقية نهاية السنة	تكلفة الإحلال	تكلفة التشغيل السوية	مجموع تكلفة التشغيل	التكلفة الكلي	التكلفة المتوسطة
١	٢٥٠٠٠	١٥٠٠٠	٢٠٠٠٠	٥٠٠٠	٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠
٢	٢٥٠٠٠	١٢٠٠٠	٢٢٠٠٠	١٠٠٠٠	١٥٠٠٠	٣٨٠٠٠	١٩٠٠٠
٣	٢٥٠٠٠	١٠٠٠٠	٢٥٠٠٠	١٥٠٠٠	٢٠٠٠٠	٥٥٠٠٠	١٨٣٣٣
٤	٢٥٠٠٠	٨٥٠٠	٢٦٥٠٠	٢٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٧٦٥٠٠	١٩١٢٥
٥	٢٥٠٠٠	٧٧٠٠	٢٧٤٠٠	٢٥٠٠٠	٧٥٠٠٠	١٠٢٣٠٠	٢٠٤٦٠

أخرى وذلك كما هو الحال بالنسبة للسيارات إذ قد ترتفع التكلفة السنوية في بعض السنوات خاصة إذا ما وصلت السيارة إلى الحاجة إلى تجديد كامل ثم تنحصر التكلفة السنوية إلى الانخفاض بعد إجراء التجديد الكامل (ممره) لها .

وإذا كانت تكلفة التشغيل تتزايد بشكل ثابت سنوياً ، فإننا يمكننا تحقيق الموازنة بين التكاليف الثابتة والتكاليف السنوية للتشغيل عن طريق نموذج رياضي يعاينه تماماً النموذج الخاص بتحديد الكمية الاقتصادية للشراء وذلك كما يلي :

نفرض أن :

ث = ثمن شراء الآلة وتجهيزها للتشغيل .

م = مصاريف التشغيل السنوية + جزء ثابت خاصة بالصيانة يتناسب مع سنوات التشغيل
 ص = مقدار الزيادة السنوية في مصاريف الصيانة
 م = العمر الإجمالي للآلة
 م = متوسط التكاليف السنوية

$$\frac{ص}{٢} (١ + ص) + م + \frac{ث}{م} = م \cdot \frac{١}{٢}$$

$$\frac{ص}{٢} + \frac{ث}{٢م} = \frac{(م \cdot \frac{١}{٢})}{م}$$

$$٠ = \frac{ص}{٢} + \frac{ث}{٢م}$$

$$\frac{ث}{م} = \frac{٢}{٢م}$$

$$\frac{ث}{م} \sqrt{٢} = \frac{٢}{٢م}$$

ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي :

٩ - ٣ - ٦ - ٢ مثال :

كالت تكلفة التشغيل السنوية لإحدى الآلات كما يلي :

السنة	١	٢	٣	٤	٥	٦
التكلفة	١٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠	٥٠٠	٦٠٠

وكان من شراء الآلة جديدة ٦٠٠ جنيه علما بأنه من المتوقع تلاشي القيمة السوقية للآلة في حالة بيعها ، فما هو الوقت الأمثل للإحلال ؟

الحل:

$$\text{سنة } ٢,٤٦ = \frac{٦٠٠ \times ٢}{١٠٠} \sqrt{\frac{\text{ث}}{\text{ص}}} = \frac{\text{ث}}{\text{ص}} \sqrt{\frac{\text{ث}}{\text{ص}}} = ٠$$

حيث تكون متوسط التكاليف السنوية

$$\frac{١٠٠}{٢} \times (١ - ٢,٤٦) + ١٠٠ + \frac{٦٠٠}{٢,٤٦} =$$

$$= ٢٩٦ \text{ جنيهًا سنويًا.}$$

٩ - حالة عملية (بحث مفصل عن قرار الإحلال في حالة السيارات) .

لاشك أن سيارات الركوب في الشركات تمثل بندا هاما من بنود الخدمات التي لا يمكن الاستغناء عنها ، ولكن التشغيل غير الاقتصادي لبعض هذه السيارات يجعل من الضروري إستبدالها بسيارات جديدة ، ولما كانت سيارات الركوب ترتبط ارتباطا وثيقا برغبة الأفراد ، فقد يأتي القرار في هذه الحالة غير اقتصادي لتدخل عوامل شخصية فيه ، لذلك تقدم هذا المثال بالتفصيل ليحتذى به ولتجنب بالتفصيل طريقة عمل المقارنة الاقتصادية اللازمة لإتخاذ القرار الموفق ، ويلاحظ أن قسمة المعاملات المختلفة للتكلفة ومعدلات الفائدة كلها أرقاما افتراضية يجب التحقق من قيمتها قبل التطبيق .

معطيات مفردات التكلفة :

١ - تكلفة رأس المال .

{ ١ } الأهلاك (ب) الفائدة

٢ - تكاليف التشغيل .

(١) الوقود . (ب) استهلاك الزيت (تغير وإضافة)

(ح) زيت الكرونة وصندوق السرعات . (د) التفتيم .

(هـ) ضبط دوايا المحلات والآكسات . (و) التأمين الشامل .

٣ - تكاليف الصيانة :

(١) البطارية . (ب) الإطارات . (ح) الفرامل .

(د) مصفاة الزيت . (هـ) الكاربراتير .

- (و) شمعات الاحتراق . (ز) صيانة مولد الكهرباء .
(ح) إسبدال طلبية الوقود . (ط) العمرة الرئيسية .

٤ - معروضات متنوعة .

- (١) سيور المروحة . (ب) إصلاح موزع شرارات الاحتراق .
(ج) أنبوبة العادم . (د) الفسيل والتنظيف (هـ) منومات

لتفرض أن السيارة في هذه الحالة تقطع حوالي ٢٠.٠٠٠ كم في السنة وأن رأس المال المستثمر عليه فائدة مقدارها ٥٪ وإذا اعتبرنا القسيل أن تكاليف الوحدة من كل من البنود السابقة ثابتة في الفترة الزمنية المأخوذة أساسا لل مقارنة . وأن السيارة لن تصبح مختلفة بمجرد ظهور أنواع حديثة من السيارات .

بذلك يكون القرار الأمثل هو تحديد عمر السيارة الإقتصادي الذي يكون عنده متوسط التكلفة السنوية أقل ما يمكن .

وتعتبر مرحلة جمع البيانات من أصعب مراحل إتخاذ القرار ، أما الحسابات الرياضية فهي بسيطة إلى حد ما .

البيانات والعمليات الرياضية :

يمكن تقسيم تكلفة امتلاك وتشغيل سيارة الركوب إلى الأقسام الآتية :

١ - رأس المال المستثمر في شراء السيارة .

٢ - أملاك رأس المال المستثمر .

٣ - مصاريف التشغيل .

٤ - مصاريف الصيانة .

٥ - التأمين الشامل .

٦ - مصاريف مقومة أخرى .

وتفصيل ذلك يكون كما يلي :

رأس المال المستثمر في شراء السيارة :

جنيه	
١٧٠٠٠	ثمن شراء السيارة
٥٥٥,٥٠	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">{</div> <div> <p>مصاريف مناقصة وإعلان .</p> <p>رسوم تسجيل الملكية .</p> <p>مصاريف إعداد السيارة .</p> <p>التشغيل بالشركة</p> </div> </div>
١٧٥٥٥,٥٠	إجمالي الاستثمارات

أهلاك رأس المال المستثمر :

معدل الإهلاك محسوب على أساس أن السيارة تفقد ٢٠٪ من قيمتها بعد
ثلاثة الأولى ثم يقل الإهلاك بعد ذلك ويظهر في جدول (١) معدل الأهلاك
على مدى ست سنوات .

مصاريف التشغيل :

(١) الوقود :

من المعروف أن هذا النوع من السيارات عندما يكون جديدا يستهلك بنزين
٨٠ سوپر ، بمعدل ٦ كيلو مترات للتر الواحد وأن معدل إستهلاك الوقود هذا
يؤاخذ مع عمر السيارة حسب المعادلة الآتية :

معدل إستهلاك الوقود = $\frac{٦}{١١٢ - ٠,٠٠٠} \times$ مسافة تشغيل

السيارة بالكيلو مقرات . فإذا فرضنا أن ثمن القر من البنزين هو ٢١٥ وقران
جدول (٢) ، يبين تكاليف إستهلاك الوقود المتوقع طوال السنوات الستة
الأولى لتشغيل السيارة .

« جدول (١) الأهلاك السنوى لرأس المال المستثمر »

السنة	المسافة المقطوعة بالكيلو متراً	النسبة المئوية الأهلاك	مقدار الأهلاك بالجنيحات	قيمة السيارة في نهاية السنة جنيته
١	٣٠.٠٠٠	٪٢٠	٣٥١١,١	١٤٠٤٤,٥
٢	٦٠.٠٠٠	٪١٥	٢٣٦٣,٣	١١٤١٠
٣	٩٠.٠٠٠	٪١٠	١٧٥٥,٥	٩٦٥٥
٤	١٢٠.٠٠٠	٪١٠	١٧٥٥,٥	٧٩٠٠
٥	١٥٠.٠٠٠	٪١٠	١٧٥٥,٥	٦١٤٤
٦	١٨٠.٠٠٠	٪١٠	١٧٥٥,٥	٤٣٨٨,٥

(ب) تكاليف الزيت :

لحساب تكاليف الزيت يجب الأخذ في الاعتبار ما يلي :

- ١ - تغيير الزيت .
- ٢ - إضافة زيت كلما انخفض مقداره (تزويد) .
- ٣ - ثمن لتر الزيت .

عند إستخدام النوع الجيد من الزيت يلزم تفريغ المحرك ثم ملؤه بالزيت مرة
كل ٤٠٠ كيلو متراً ويلزم ملء المحرك ٦ لترات ويقدر ثمن القر الواحد من هذا

النوع من الزيوت بـ ٢,٥ جنيه ومن المعروف أن السيارة الجديدة لا يلزمها أى إضافة فى خلال الستين ألف كيلو مترا الأولى من حياتها ثم يلزم إضافة زيت بعد ذلك كما يلى :

« جدول (٢) تكاليف الوقود خلال فترة تشغيل ١٨٠,٠٠٠ كيلو مترا ،

السنة	الكيلو مترات خلال السنة	متوسط عدد الكيلو مترات/لتر	تكاليف الوقود السنوية بالجنيهات
١	٢٠,٠٠٠	٦	١٥٧٥ جنيه
٢	٦٠,٠٠٠	٥,٦٦٤	١٦٧٠
٣	٩٠,٠٠٠	٥,٢٢٨	١٧٧٤
٤	١٢٠,٠٠٠	٥,٩٩٢	١٨٩٠
٥	١٥٠,٠٠٠	٤,٦٥٦	٢٠٩٣
٦	١٨٠,٠٠٠	٤,٢٢٠	٢٢٥٨,٥

١ لتر كل ٢,٠٠٠ كيلو مترا من ٦٠,٠٠٠ إلى ٩٠,٠٠٠ كيلو مترا .

١ لتر كل ١,٥٠٠ كيلو مترا من ٩٠,٠٠٠ إلى ١٥٠,٠٠٠ كيلو مترا .

١ لتر كل ١,٠٠٠ كيلو مترا بعد ذلك .

وجداول (٢) يبين تكاليف إستهلاك الزيوت محسوبة طبقا للأسس السابق ذكرها :

(ج) تكاليف التشعيم :

يجب تشعيم السيارة كل ١٥٠٠ كيلو متر ويتكلف التشعيم ٢,٥ جنيه المرة الواحدة :

تكليف التزجيم في العام = $٢٠ \times ٣,٥ = ٧٠$ جنيه

(٤) تكليف زيت الكرونة وصندوق السرعات :

من الواجب تغيير زيت صندوق الأروس والكرونة مرة كل ١٥,٠٠٠ كيلو مترا وذلك لإطالة عمر السيارة إلى أقصى ما يمكن ويقدر لهذه العملية ٢٥ جنيه كل ٣٠,٠٠٠ كيلو متر أى ٢٥ جنيه في السنة .

(٥) تكاليف التأمين :

يقدر متوسط تكاليف التأمين الشامل لمثل هذا النوع من السيارات في العام خلال عمر السيارة المتوقع بحوالى ٢٢٥ جنيه في السنة .

(٦) ضبط زوايا المحلات وضبط تأكل الأكاسات :

تقدر هذه الخدمة بثلاثة جنيهات مصرية ويلزم عملها كل ٣٠,٠٠٠ كيلو متر أى مرة كل عام .

كما سبق يمكن تلخيص إجمالى التكاليف خلال تشغيل السيارة مسافة ١٨٠,٠٠٠ كيلو متر كما هو مبين بجدول (٤) .

مصاريف الصيانة :

(١) تكاليف البطارية

متوسط عمر البطارية بالسيارة مرعاهين وأن من البطارية الجديدة هو ٨ جنيه مع الأخذ في الاعتبار أن من البطارية المستهلكة حوالى ١٠ جنيه ففى ذلك أن تكاليف البطارية هو ٣٧,٥ جنيه في السنة على أن يبدأ ذلك في السنة الثالثة حيث أن البطارية الموجودة بالسيارة الجديدة هى جزء من الإستهلاك الأول .

جدول (٤) إجمالي مصاريف التشغيل

الكميات بند التكاليف	٢٠٠٠٠ جنيه	٢٠٠٠٠ جنيه	١٦٦٩,٥ جنيه	١٧٧٤ جنيه	١٢٠,٠٠٠ جنيه	١٥٠,٠٠٠ جنيه	١٨٠,٠٠٠ جنيه
الوقود	١٥٧٥	١٦٦٩,٥	١٧٧٤	١٨٩١	٢٠٩٢,٥	٢٢٥٨,٥	٢٢٥٨,٥
الزيت	١١٧,٥	١٢,٥	١٥٠	١٦٢,٥	١٦٢,٥	١٨٧,٥	١٨٧,٥
زيت الكرونة	٢٥	٢٥	٢٥	٢٥	٢٥	٢٥	٢٥
وصندوق المرواحات							
التأمين على العمال	٢٢٥	٢٢٥	٢٢٥	٢٢٥	٢٢٥	٢٢٥	٢٢٥
مبيط السمكيات	١٥	١٥	١٥	١٥	١٥	١٥	١٥
التأمين	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠
المجموع	٢٠٢٢,٠	٢١١٧	٢٢٥٩	٢٢٨٨,٥	٢٥٩١	٢٧٨١	٢٧٨١

(ب) الإطارات :

تعمل الإطارات الجيدة الصنع لمسافة في المتوسط مقدارها ٦٠,٠٠٠ كيلومتراً
ومع الإطارات من هذا النوع يتقدر بحوالي ٨ جنيهات وبيع الإطارات المستهلك بحوالي
١٠ جنيه ، ولحساب إستهلاك وتكاليف إطارات السيارة يلاحظ ما يلي :

(١) ثمن الإطارات التي تسلم مع السيارة الجديدة تعتبر جزءاً من ثمن
السيارة الأصلية .

(ب) الإطارات الاحتياطية لا يستهلك طوال عمر السيارة .

(ح) بذلك تكون تكاليف الاطارات كما في جدول (هـ) .

جدول (هـ) تكاليف الإطارات

السنة	المسافة للقطوعة بالكيلومتر	التكاليف بالجنيهات في نهاية السنة
١	٣٠,٠٠٠	—
٢	٦٠,٠٠٠	—
٣	٩٠,٠٠٠	١٥٠
٤	١٢٠,٠٠٠	١٥٠
٥	١٥٠,٠٠٠	١٥٠
٦	١٨٠,٠٠٠	١٥٠

(ح) تكاليف الفرامل :

لحساب التكاليف السنوية لإصلاح وصيانة الفرامل يجب أن تراعى
التواحي التالية :

١- خرط طنايير الفرامل .

٢- تجديد ميل الفرامل .

٣- الضبط الدوري للفرامل .

يتضح من توصيات مصانع السيارات في العالم أن فترات صيانة الفرامل المختلفة تكون كالآتي :

خرط طنايير الفرامل وتجديد مكابس الضغط تم كل ٦٠,٠٠٠ كيلو مترا .

وتجديد ميل الفرامل تم كل ٦٠,٠٠٠ كيلو مترا .

الضبط الدوري للفرامل :

١ - بعد حوالي ٣٠,٠٠٠ كيلو مترا

٢ - بعد حوالي ٤٥,٠٠٠ كيلو مترا

٣ - بعد حوالي ٥٥,٠٠٠ كيلو مترا

٤ - بعد حوالي ٦٥,٠٠٠ كيلو مترا

٥ - بعد حوالي ٧٣,٠٠٠ كيلو مترا

٦ - بعد حوالي ٨٠,٠٠٠ كيلو مترا

٧ - بعد حوالي ٨٥,٠٠٠ كيلو مترا

٨ - مرة كل ٥٠٠٠ كيلو مترا بعد ذلك .

وبعد القيام ببحث مستفيض السوق في هذا العمل وجد أن متوسط تكاليف القيام بالأعمال للوضحة أعلاه كالآتي :

تكاليف خرطة طنايير الفرامل وتجديد مكابس الضغط .

٥٥ جنيه للميكتين الأماميتين .

٤ جنيه المعطنين الخلفيتين .

٢٥ جنيه لاسطوانة الكبس الرئيسية .

١٠ جنيه لمكبس الضغط بكل عجلة .

تجهيد تيل الفرامل

١٠٠ جنيه لمجلات الأربعة .

الضبط الدورى للفرامل .

٢,٥ جنيه لكل عملية ضبط .

وبذلك يمكن تجميع التكاليف المختلفة لصيانة الفرامل كما في جدول (٦)

(و) مصفاة الزيت :

يلزم تغيير مصفاة الزيت بمحرك السيارة كل ١٥,٠٠٠ كيلو مترا ومن المصفاة
مضاف إليها تكاليف الإستبدال تقدر بحوالى ١٥ ج .

وبذلك تكون تكاليف هذه العملية مساويا ٣٠ ج في العام .

(هـ) شمعات الاحتراق .

يلزم إستبدال شمعات الاحتراق كل ٣٠,٠٠٠ كيلو مترا وتكاليف ذلك
تقدر بحوالى ٤٠ ج السيارة ٦ سترات وفي أثناء العملية يلزم أيضا ضبط
وتنظيف موزع الشرارات الكهربائية وتكلف هذه العملية حوالى ١٠ ج وينتج
عن ذلك تكاليف سنوية مقدارها ٥٠ ج .

(و) الكبريتات :

يلزم تنظيف الكبريتات وتغيير الفلويات مرة كل ٦٠,٠٠٠ كيلو مترا أى كل
سنتين وتقدر تكاليف هذه العملية بحوالى ٧٥ ج أى ٢٧,٥ ج كل سنة .

جدول (٦) تكاليف صيانة الفرامل

السنة	مضافة الخدمة بالمكيلو مترات	التكاليف	ملاحظات
١	٣٠,٠٠٠	٢,٥	ضبط الفرامل
		٢,٥	د
		٢,٥	د
٢	٦٠,٠٠٠	٧٧,٥	خراط طناير الفرامل وتجهيد المكابس (*)
		٥٠	تجهيد نيل الفرامل (*)
		٢,٥	ضبط الفرامل
٣	٩٠,٠٠٠	٢,٥	د
		٢,٥	د
		٢,٥	د
		٧٧,٥	خراط الطناير وتجهيد المكابس
٤	٩٠,٠٠٠	٥٠	تجهيد نيل الفرامل
		١٥	ضبط الفرامل ٦ مرات
٥	١٢٠,٠٠٠ — ٩٠,٠٠٠	١٤٢,٥	تساوى تماما نفس تكاليف السنة الرابعة
		١٤٢,٥	تساوى تماما نفس تكاليف السنة الرابعة

(*) خراط طناير الفرامل وتجهيد مكابس الضفط تتكلف ١٥٥ ج وتستهلك على عامين .

(**) تكاليف تجهيد نيل الفرامل تقدر بحوالى ١٠٠ ج وتستهلك على عامين .

(ز) صيانة مولد الكهرباء .

يلزم تجديد محاور الارتكاز وخرط أسطوانة تجميع الكهرباء وتجديد فرش الاقطاب الكهربائية لمولد الكهرباء . بالسيارة وذلك بعد ٦٠٠٠٠ كيلو مترا وتقدر تكاليف هذه العملية بحوالى ٤٠ ج أى ٢٠ ج كل سنة على أن يستبدل بعد أن تزيد المسافة المقطوعة عن ١٢٠٠٠٠ كيلو مترا وتقدر تكاليف الاستبدال بحوالى ٢٢٥ ج برافع ٧٥ ج فى السنة .

(ح) استبدال طلبة الوقود :

طلبة الوقود لا يمكن إصلاحها ولكنها تستبدل عندما يبدأ تسرب الوقود منها ولا يمكن التنبؤ بموعد استبدالها لذلك تضاف مصاريف صيانتها إلى المصروفات المتوقعة التى تعتمد فى تقديرها على مسافة تشغيل السيارة وهى تزيد كلما زاد عمر السيارة .

(ط) للعمرة الرئيسية :

يلزم حمل حمرة كاملة لمحرك السيارة بعد أن تقطع مسافة ١٥٠٠٠٠ كيلو مترا وتشمل هذه العمرة ما يأتى :

- ١ - تجليخ الصمامات .
- ٢ - تجليخ الاسطوانات وعمل سيالك .
- ٣ - تجليخ الاسطوانات وتنظيف المكابس .
- ٤ - تجليخ حامود السكام ... إلخ .

تقدر تكاليف العمرة هذه بحوالى ٦٠٠ ج تستهلك على فترة ٢ سنوات بمعدل ٢٠٠ ج فى السنة .

٤ - المصروفات المنوعة :

تشمل المصروفات تكاليف صيانة وإصلاح أجزاء السيارة التي لا تصان بمدة دور - ويصعب التنبؤ بالأرقام التي يلزم عندها عمل الإصلاحات وتشمل هذه الإصلاحات ما يلي :

- ١ - تغيير سيور المروحة .
- ٢ - تنظيف وإصلاح مبرد المحرك .
- ٣ - تغيير طلبية الرقود .
- ٤ - تغيير لمبات الإضاءة .
- ٥ - تغيير خراطيم التبريد .
- ٦ - إصلاح أو تغيير ماسورة العادم .
- ٧ - تغيير أجهزة امتصاص الصدمات ... إلخ .

وبعد إجراء بحث شامل في سجلات إدارة التكاليف في بعض الشركات المصرية التي تستخدم هذا النوع من السيارات بالمعدل المذكور في المثال وجد أن متوسط هذه المصروفات المنوعة يزيد باستمرار كلما زاد عمر السيارة وذلك كما هو مبين بمجدول (٧) :

جدول (٧) - بيان التوزيع الإجمالي للمصروفات المنوعة .

السنة	المسافة المقطوعة بالكيلو متر	التكاليف في نهاية السنة
١	٢٠,٠٠٠	جنيه
٢	٦٠,٠٠٠	—
٣	٩٠,٠٠٠	٢٠
٤	١٢٠,٠٠٠	٥٠
٥	١٥٠,٠٠٠	١٧٥
٦	١٨٠,٠٠٠	٢٢٥
		٤٢٥

وبذلك بمقتضى جميع تكاليف الصيانة والمصروفات المتنوعة طوال فترة الست سنوات الأولى من عمر السيارة كما هو مبين في جدول (٨)

جدول رقم (٨) إجمالي تكاليف الصيانة والمصروفات المتنوعة

المساحة كم	٣٠,٠٠٠	٦٠,٠٠٠	٩٠,٠٠٠	١٢٠,٠٠٠	١٥٠,٠٠٠	١٨٠,٠٠٠
جنيه	جنيه	جنيه	جنيه	جنيه	جنيه	جنيه
البطارية	—	—	٣٥	٣٧,٥	٣٧,٥	٣٧,٥
الإطارات	—	—	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠
الفرامل	١,٥	٥	١٣٧,٥	١٤٢,٥	١٤٢,٥	١٤٢,٥
مصفاة الزيت	٣٠	٣٠	٣٠	٣٠	٣٠	٣٠
شمعات الاحتراق	—	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠
الكربون	—	—	٣٧,٥	٣٧,٥	٣٧,٥	٣٧,٥
مولد الكهرباء	—	—	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠
العمره الرئيسية	—	—	—	—	—	٢٠٠
مصروفات متنوعة	—	٢٠	٥٠	١٢٥	٢٢٥	٤٠
المجموع	٢٢,٥	١٠٥	٥١٢,٥	٦٤٠	٦٩٢,٥	١١٤٧,٥

النتيجة:

بعد جمع البيانات اللازمة يأتي بعد ذلك حل المسألة وهو عبارة عن مقارنة اقتصادية بين البنود المختلفة في حالة السيارة الجديدة والسيارة القديمة وعندما تأخذ تكاليف رأس المال مضافاً إليها تكاليف التشغيل والصيانة في التزايد تكون لحظة النهاية الصغرى هي فترة التشغيل الاقتصادية للسيارة ، وعند حمل المقارنة الاقتصادية يجب إيجاد القيمة الحالية للمصروفات التي تدفع في المستقبل كذلك تعديل قيمة التكاليف الكلية لكل سنة باستخدام معاملات إسترداد رأس المال . ونتائج تلك المقارنة الاقتصادية موضحه بالجداول رقم ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ .

جدول رقم (٩) - إجمالي تكاليف التشغيل والصيانة

السنة	المسافة المقطوعة بالكيلو متر	مصاريف التشغيل	مصاريف الصيانة والمصروفات للنوعية	المجموع
جنيه	جنيه	جنيه	جنيه	جنيه
١	٣٠,٠٠٠	٣٠٢٢,٥	٣٢,٥	٢٠٥٥
٢	٦٠,٠٠٠	٢١١٧	١٠٥	٢٢٢٢
٣	٩٠,٠٠٠	٢٢٥٩	٥١٢,٥	٢٧٧١,٥
٤	١٢٠,٠٠٠	١٣٨٨,٥	٦٤٢,٥	٢١٣١
٥	١٥٠,٠٠٠	٢٥٩١	٦٩٢,٥	٢٢٨٣,٥
٦	١٨٠,٠٠٠	٢٨١	١١٤٧,٥	٢٩٢٨,٥

جدول رقم (١٠) متوسط مصاريف التشغيل والصيانة بعد التمدد إلى الزحف

السنة	إجمالي التكاليف	مصاريف القيمة الحالية للمصروفات	القيمة الحالية للمصروفات	مصاريف استرداد رأس المال	متوسط التكاليف سنوية بعد التمدد إلى
١	٢٠٥٥	٤٥	١٩٢٨,٥٠	٠	٢٠٥٦
٢	٢٢٢٢	٤,٥٠	١٩٧٥	٢,٥٠	٢١٢٥
٣	٢٧٧١,٥٠	٤	٢٣٢٥	١,٥٠	٢٢٣٤
٤	٣٠٣١	٤	٢٤٠٠	١	٢٤٩٣,٥٠
٥	٢٢٨٣,٥٠	٤	٢٤٥٠	١	٢١٣٢,٥٠
٦	٣٩٢٨,٥٠	٢,٥٠	٢٧٧٠	١	٢٨٢٠

جدول رقم (١١) تكاليف رأس المال قبل التعديل الزمني

السنة	القيمة قبل الإهلاك	مقدار الإهلاك	مقدار الفوائد على القيمة قبل الإهلاك	مجموع الإهلاك والفوائد
جنيه	جنيه	جنيه	جنيه	جنيه
١	١٧٥٥٥	٣٥١١	١٠٥٣	٤٥٦٤
٢	١٤٠٤٤	٢٦٣٣	٨٤٢,٥	٣٣٧٦
٣	١١٤١١	١٧٥٥	٦٨٤,٥	٢٤٤٠
٤	٩٦٥٥	١٧٥٥	٥٧٩	٢٢٣٤,٥
٥	٧٨٩٩,٥	١٧٥٥	٤٧٣,٥	٢٢٢٩,٥
٦	٦١٤٤	١٧٥٥	٣٦٨,٥	٢١٢٤

جدول رقم (١٢) متوسط التكاليف السنوية لرأس المال المستثمر (بعد التعديل الزمني)

نوع السيارة بالسنة	التكاليف السنوية لرأس المال	مقابل القيمة المالية	القيمة المالية	مجموع القيمة المالية	مقابل استرداد رأس المال	القيمة المعدلة لمتوسط تكاليف رأس المال في السنة
١	٤٥٦٤	٤,٥	٤٣٠٦,٥	٤٣٠٦,٥	٥	٤٥٦٣
٢	٣٤٧٦	٤,٥	٣٠٩٣,٥	٧٤٠٠,٥	٢,٥	٤٠٣٥
٤	٢٤٤٠	٤,٥	٢٠٤٨,٥	٩٤٤٨,٥	٦,٥	٣٥٣٥
٥	٢٣٣٤,٥	٤	١٨٤٩,٥	١١٢٩٨,٥	١	٣٢٦١
٥	٢٣٢٩,٥	٤	١٦٦٦	١٢٩٦٥	١	٣٠٧٧,٥
٦	٧١٢٤	٤	١٤٩٨	١٤٤٦٣	١	٢٩٤٢

جدول (١٣) متوسط التكاليف السنوية لإقتناء وتشغيل السيارة
خلال فترة ٦ سنوات

عمر السيارة بالسنة	متوسط تكاليف التشغيل السنوية بعد التعديل السنوي	متوسط تكاليف رأس المال بعد التعديل الزمني	متوسط تكاليف اقتناء وتشغيل السيارة بعد التعديل الزمني	متوسط تكلفة الكيلو متر
١	٢٠٥٦	٤٥٦٣	٦٦١٩,٥	٢٢٠
٢	٢١٣٥	٤٠٣٥	٦١٧٠	٢٠٥
٣	٢٢٢٤	٤٠٣٥	٥٨٦٩,٥	٢٠٠
٤	٢٤٩٣,٥	٣٢٦١	٥٧٥٤,٥	١٩٥
٥	٢٦٣٢,٥	٣٠٧٧,٥	٥٧١٠	١٩٠
٦	٢٨٢٠	٢٩٤٢	٥٧٦٢	١٩٥

يلاحظ أن متوسط تكاليف اقتناء وتشغيل السيارة من هذا النوع يكون أقل ما يمكن بعد ٥ سنوات من شرائها ، ولكن الفرق قليل جدا بين تكاليف السنوات ٤ ، ٥ ، ٦ وذلك لو كان شراء السيارة الجديدة ميسرا ، فإنه يمكن إستبدال السيارة القديمة بعد ٤ سنوات فقط لأسعاد من يستخدمون أن تتحمل الشركة سوى تكاليف إضافية بسيطة جداً في مقابل ذلك ، والعكس صحيح فإنه إذا كان من المتعذر تدبير رأس المال اللازم لشراء السيارة الجديدة ، فإنه من الممكن الاحتفاظ بالسيارة القديمة لمدة طم آخر مع زيادة طفيفة في متوسط تكاليف إقتناء وتشغيل هذه السيارة .

الخاتمة :

ختاماً يمكن القول بأن مشكلة اتخاذ قرار شراء أو إحلال معدات جديدة
ممكن أخرى مستعملة تتلخص في محاولة الإجابة على سؤالين اثنين هما :

١ - أى نوع من المعدات تفتريها الشركة لتأدية العمل المطلوب ؟

٢ - إلى متى يمكن الاحتفاظ بهذه المعدات قبل أن تمكهن أو تستبدل ؟

والإجابة على هذين السؤالين تبدأ بثنائهما في عبارة محددة ، إذا كانت الشركة
قد اشترت الماكينة بالفعل فيجب عليها أن تحتفظ بها مدة كافية من الزمن إلى أن
يصبح متوسط تكاليف إقتنائها وتشغيلها أقل ما يمكن .

وبذلك يمكن الإجابة على السؤال الأول بأن الشركة يجب أن تختار من بين
البدائل المختلفة الماكينة التي تكون النهاية الصغرى لمتوسط تكاليف إقتنائها
وتشغيلها أقل ما يمكن .

يأتى بعد ذلك سؤال هام هو في الحقيقة أولى مراحل اتخاذ القرار إذ أن
الإجابة عليه تمثل سياسة الشركة العليا في هذه الناحية والسؤال هو بالتعديد هل
تفتري الشركة معدات جديدة أم لا ؟ فإن شراء المعدات معناه إقتناء رأس
المال المتاح لدى الشركة وهناك أوجه أخرى عديدة يمكن أن يستثمر فيها
رأس المال .

ولا بد للإدارة العليا أن تقرر ما إذا كانت ترى إقتناء رأس المال المتاح
في شراء معدات جديدة أم لا ويساعدها كثير في ذلك ما يلي :

١ - المقارنة الاقتصادية بين ما يوجد لدى الشركة من معدات وبين أحسنه
المعدات المقترح شراؤها .

٢ - مقدار صافي طائد الشركة من هذا التجديد .

٣ — منافسة قائد الشركة هذا ، لماعد أوجه الإستثمار الأخرى .

٤ — الفترة الزمنية اللازمة لاسترداد رأس المال المستثمر .

ويلاحظ أن دقة جمع بيانات معاملات التكلفة المختلفة عنصر أساسى وهام .
ويجب أن تعطى العناية الفائقة والوقت اللازم لها .

٩ — ٥ سياسة الإحلال في ظل الزيادة المستمرة في الأسعار :

إن الإرتفاع المستمر في الأسعار أصبح حقيقة من حقائق العصر التي يجب أن تأخذها في الحسبان ، إلا أنه كثيراً ما يتم إهمال هذا العامل ونحن نصدد إحلال الآلات ، وبرجع ذلك إلى جانب كبير إلى صعوبة التنبؤ بها إذ أنها لا تأخذ معدل ثابت من وقت لآخر . كما يختلف تأثيرها بشكل واضح من قطاع إقتصادي لآخر ، إلا أن هذا لم يمنع من ظهور العديد من النماذج التي تعالج هذه المشكلة والتي تفترض في أغلبها وجود نسبة ثابتة للإرتفاع في الأسعار .

ونكتفي بهذه الإشارة العابرة آمليين أن نقاوم هذا الموضوع في كتابات أخرى متقدمة .

٩ — ٦ الصيانة Maintenance

هناك ازدياداً ملحوظاً في الإحساس بأهمية صيانة الآلات والمعدات وذلك بسبب الزيادة المستمرة في الأموال المستثمرة في تلك الآلات ، وتتلخص أهدافه ووظيفة الصيانة فيما يلي :

١ — تحليل وقت الأعطال للآكينات ، وذلك عن طريق القيام بفحص دورى وتغيير القطع المستهلكة في الآلات وغيرها من العمليات الفنية كالتزييت والتشحيم . الخ .

٢. - القيام بالإصلاحات الطارئة التي يتطلبها حدوث أى عطل مفاجئ.
حتى أى آلة وإعادتها إلى حالتها الأولى .

٣ - المحافظة على الآلات في حالة جيدة ، وذلك من أجل تحسين جودة الإنتاج من ناحية وزيادة كميته من ناحية أخرى .

٤ - توفير الأمان اللازم في ظروف العمل ، وذلك باستبعاد وتجنب أخطار الحوادث .

وتواجه إدارة الصيانة في المشروع أحياناً بعض الصعوبات في محاولة إقناع رؤساء العمل بضرورة الاستعانة بخدماتهم ، إذ أن هناك اعتقاداً شائعاً بأن الإصلاحات البسيطة يمكن أن يقوم بها مشغل الآلة دون حاجة إلى اللجوء إلى أقسام الصيانة .

إلا أن العامل الخاص بتشغيل الماكينة قد يكون على دراية بكيفية وضع المواد الخام داخل الماكينة ، وكذا كيفية تشغيلها وكيفية إزالتها دون أن يكون حلياً بكيفية صيانتها ، وهو ما هناك أربع مستويات للمعرفة بالآلات والتي يمكن التمييز بينها كما يلي :

١ - المستوى الأول وفيه يهتم بمعرفة العامل على مجرد تشغيل الآلة بالمواد الخام .

٢ - المستوى الثاني حيث يكون العامل على دراية بكيفية تجميع أجزاء الآلة المختلفة من واقع الرسوم . وكذلك كيفية تعقب الخطأ أو العطل وتولي إصلاحه .

٣ - المستوى الهندسي، أى المستوى الخاص بتصميم الآلة إعداد الرسومات اللازمة لذلك والتي توضح كيفية تجميع أجزائها المختلفة .

٤ - المستوى النظرى الذى يتطلب فهم الأسس العلمية التى يقوم عليها .

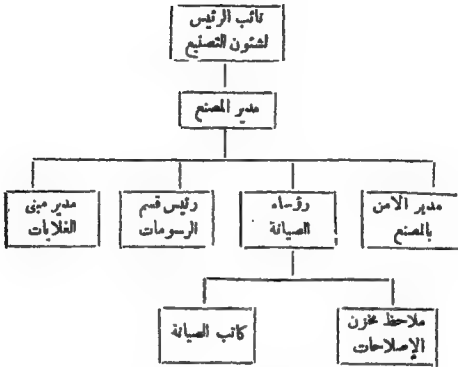
ويمكن القول أن معلومات العامل عادة مالا تتجاوز المستوى الأول ، أما سجل الصيانة فيجب ألا تقل معلوماته عن المستوى الثاني .

٩ - ٦ - ١ التنظيم الخاص بالصيانة :

يختلف موقع قسم أو إدارة الصيانة من مشروع لآخر وذلك وفقاً لحجم المشروع ودرجة الميكنة فيه ووجهات نظر الإدارة وغيرهم من العوامل ، إلا أنه من المفضل دائماً بالنسبة للمشروعات الكبيرة ضرورة وجود إدارة مركزية للصيانة .

وعموماً تمتد أعمال الصيانة جزئياً من أقسام التصنيع التي يمكن أن يرأسها نائب رئيس لشئون التصنيع ، ويليه مهندس المصنع وهو الشخص الذي يرفع إليه رؤساء مجال الصيانة تقاريرهم ، كما يمكن أن يعاون رؤساء مجال الصيانة في عملهم كاتب وكذلك شخص آخر كملاحظ لحجرة التخزين الخاص بأدوات الإصلاح وقطع النيار .

وبطبيعة الحال يتوقف حجم هذا التنظيم كما ذكرنا على حجم المشروع ، ويمكن القول بأن عدد العاملين في الصيانة يمثل ما بين ٨ ٪ إلى ١٠ ٪ من عدد العاملين في الإنتاج ويوضح شكل رقم (٩ - ٢) خريطة تنظيمية للصيانة .



شكل رقم (٢-٩)

خريطة تنظيمية توضح موقع الصيانة في الهيكل التنظيمي للمشروع

وفي بعض الحالات نجد أن إدارات الصيانة تتولى أيضا الأعمال الخاصة بصيانة المباني بالإضافة إلى صيانة الآلات والمعدات ، وكذلك نجد في بعض المشروعات أنها تستعين بشركات خدمة متخصصة للقيام بجزء من أعمال الصيانة الخاصة بهم ، وعادة ما يكون التعاقد مع هذه الشركات لمواجهة الفترات التي تمثل خطراً على المشروع - فترات الرواج - أما الأعمال الروتينية للصيانة فيقوم بها المشروع نفسه ، كذلك نجد أن بعض المشروعات عادة ما تطلب الخدمات الخارجية في أعمال معينة مثل أعمال الطلاء للمباني ، والإصلاحات الخاصة بالمساعد والإصلاحات الخاصة بأجهزة التكييف وأعمال الصرف والتنميد... إلخ.

وقد يتم القيام بعمليات الإصلاح عند موقع الآلة التي تحتاج إلى إصلاح ، حيث يأخذ عمال الصيانة الأدوات اللازمة ويذهبوا إلى موقع الآلة . أو قد يتطلب الأمر أخذ قطعة أو جزء من الآلة إلى ورشة الصيانة ، وفي بعض الحالات قد تؤخذ الآلة كلها إلى الورشة لإجراء عمليات الإصلاح اللازمة لها .

٩ - ٦ - ٢ العلاقة بين أقسام الصيانة وبين أقسام التشغيل :

يلاحظ في بعض المشروعات أن أقسام الصيانة لا تأخذ القدر الكافي من الاهتمام بالنسبة للأقسام الإنتاجية ، وأنه ينظر إلى أعمال الصيانة — ومن ثم القائمين عليها — على أنها أقل مكانة وأهمية من الأعمال الإنتاجية ، كما أن الأدوات والمعدات التي يستخدمها عمال الصيانة كثيراً ما تكون قديمة ومستهلكة ، كما تعاني الأعمال المكتنية اللازمة للصيانة من نفس الشيء . حيث لا تحصل على القدر اللازم من العناية ، وبالرغم من أنه كثيراً ما يطلب من عمال الصيانة للعمل أوقاتاً إضافية إلا أنه دائماً ما يرجع الفضل إلى الأقسام الإنتاجية في أي زيادة للإنتاج .

كما تمثل ساعات العمل والأجور الخاصة بعمال الصيانة مشكلة خاصة إذ من الصعب تجنب العمل لساعات إضافية في أقسام الصيانة ، كما أن اشتراك مجموعة من عمال الصيانة في أداء عمل واحد كإصلاح آلة معينة يؤدي إلى خلق مشكلة في كيفية محاسبتهم على الأجور التي يستحقها كل منهم ، وذلك على عكس الحال بالصناعة لعمال الإنتاج ، ولهذا فإن للقارنة بين أجور كل من الفريقين (فريق عمال الصيانة وفريق عمال الإنتاج) كثيراً ما يخلق مشكلة ملبوسة في مجال العمل .

٩ - ٦ - ٣ تطوير السياسات الخاصة بالصيانة :

تتأثر سياسات الصيانة دائماً بدرجة الميكنة المستخدمة في المشروع ، كما أنها تتأثر بالطبع بالإرتفاع المستمر في تكلفة الآلات وفي تكلفة الأعطال ، وقد أدت الأوتوماتيكية وانخفاضها إلى زيادة الحاجة إلى المهارات العالية . الراجب

توافرها في مجال الصيانة ، كما أصبح هناك حاجة إلى استعمال معدات وأدوات أكثر تعقيداً للقيام بالإصلاحات اللازمة ، كذلك فإن إتخاذ بعض القرارات — مثل تلك الخاصة بمدى القيام بإجراءات الصيانة الوقائية — أصبح من اختصاص المستويات الأعلى مثل مدير المصنع وذلك نظراً لارتفاع قيمة الآلات وارتفاع التكلفة الناتجة من الأعطال وكذا تكاليف الإصلاح ، وكذا التكاليف الناتجة عن عدم تلبية رغبات المستهلكين مع فقدان جانب من المبيعات خلال فترة التعمّل ، هذا بالإضافة إلى تحمل تكلفة العمالة العاطلة سواء المباشرة أو الغير مباشرة ، وكذا التعمّل في العمليات الأخرى التي تعتمد على إنتاج الآلة التي حدث بها العطل .

وقد يسأل البعض كيف تتعرض هذه الآلات المقدمة إلى التعمّل بشكل مستمر ؟ وذلك رغم أنها قد تكون مصممة ومصنعة وفقاً لأحدث مستويات التكنولوجيا . ونجيب على ذلك بأن هذه الماكينات المتقدمة تتكون من مجموعة من الأجزاء حيث يؤدي كل جزء منها عمل معين ، فعلى سبيل المثال يوجد عدد من الأجزاء الكهربائية والميكانيكية المكونة للآلة للكاتبية الكهربائية أكثر بكثير مما قد يتصوره البعض ، الأمر الذي يترتب على توقف أى جزء من هذه الأجزاء إلى توقف الآلة ككل .

فإذا افترضنا أن آلة مأمونة من مجموعة من الأجزاء المتتابة عددها ٥٠ جزءاً ، وإذا كانت صلاحية كل جزء تصل إلى ٩٩,٥ ٪ ، فإن صلاحية الآلة ككل العمل تصل إلى حوالي ٨٠ ٪ فقط . وبمعنى آخر إذا كان احتمال التعمّل لكل جزء ٥ ٪ فإن احتمالات التعمّل للآلة هو ٢٠ ٪ .

ولذا فإن مدى صلاحية نظام معين للعمل يتحدد كدالة في عدد الأجزاء المتتابة التي تتكون النظام من ناحية ومدى صلاحية كل جزء من هذه الأجزاء من ناحية أخرى ، إذ نجد أن مدى صلاحية النظام تتناقص بشكل سريع مع زيادة عدد الأجزاء المكونة للنظام .

ويختلف الأمر تماماً في حالة وجود الأجزاء في شكل متوازي إذ قد يوجد في هذه الحالة عدة أجزاء متماثلة لأداء الوظيفة الواحدة ، وبالتالي فإن عدم أداء هذه الوظيفة يتطلب توقف كل هذه الأجزاء مجتمعة . أى أن احتمال التوقف من أداء هذه الوظيفة في هذه الحالة يساوى واحداً صحيحاً مطروحاً منه احتمال التوقف لكل هذه الأجزاء مجتمعة ، الأمر الذى يؤدي إلى زيادة الاحتمال الخاص بصلاحية الآلة في أداء وظيفتها . إلا أن وجود هذه الأجزاء للتوازي والتي تؤدي وظيفة واحدة عادة ما يؤدي إلى تحمل المشروع تكلفة عالية ، ولذا فهي تستخدم في الحالات التي تستدعي ضرورة التحقق من إستمرارية تشغيل النظام كما هو الحال في الأجزاء المكونة لمركبات الفضاء .

وهناك مجموعة من الأساليب التي قد تلجأ إليها إدارة المشروعات من أجل المحافظة على سير النظام الإنتاجي وتحقيق التوازن اللازم له ، ويمكن بيانها فيما يلي

١ - زيادة حجم التسهيلات الخاصة بالإصلاح وكذا زيادة عدد العاملين في فرق الإصلاح ، ومن ثم تخفيض فترات التمثل للآلات إلى أقل حد .

٢ - استخدام الصيانة الوقائية كلما أمكن ذلك ، وبالتالي إسبعاد الأجزاء الحيوية للآلات قبل أن تتمثل ، وعادة ما يتم ذلك في الوردتين الثانية والثالثة بحيث لا يعطل ذلك من تنفيذ العمليات الإنتاجية حسب مواعيدها المرسومة .

٣ - توفير مسارات إنتاجية بديلة للقيام بنفس العمليات الإنتاجية وبصفة خاصة بالنسبة للعمليات الإنتاجية الحرجة ، وذلك حتى يمكن استخدام هذه المسارات المتوازية والبديلة في حالة تمطل خطوط الإنتاج الأصلية دون ما تمطل للعمليات الإنتاجية .

إلا أن هذا الأسلوب يؤدي إلى وجود طاقة إنتاجية عاطلة ، ولذا يقتصر استخدامه فقط في حالة ارتفاع تكلفة العطل بشكل كبير وذلك كما هو الحال مثلاً في التصديقات الخاصة بأجزاء مركبات الفضاء .

د - التطوير المستمر للتصميمات الهندسية الخاصة بالآلات ومكوناتها حتى ترفع من كفاءتها في الأداء من ناحية وزيادة عمرها الإنتاجي من ناحية أخرى .

هـ - محاولة الفصل بين المراحل الإنتاجية المختلفة وتحقيق شيء من الإستقلالية لكل منها ، وذلك عن طريق القيام بالتفريق بين هذه المراحل الإنتاجية حتى لا يؤدي حدوث عطل في إحدى آلات مرحلة ما إلى تعطل العمل لآلات مراحل لاحقة .

وتلعب أساليب بحوث العمليات دوراً كبيراً في تحديد أفضل الأساليب السابقة والتي يمكن إستخدامها في مشروع معين ، إلا أننا سنقتصر في هذا الصدد على بيان مدى فاعلية إستخدام الصيانة الوقائية كأسلوب بديل للأسلوب الأول الخاص بتدعيم فرق الإصلاح ، ويقتضى ذلك دراسة أوقات العطل وذلك كما يلي :

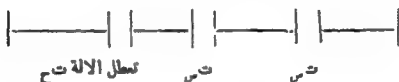
١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٥ التوزيعات الإحتمالية الخاصة بأوقات العطل :

إن إختيار الأسلوب الأمثل للصيانة يقتضى بالضرورة دراسة التوزيعات الإحتمالية التي تبين التكرارات الحتمية الخاصة بفترات التشغيل المستمرة للآلة دون أى توقف . إذ نجد أن فترات عدم التشغيل للآلات البسيطة والتي تتكون من عدد محدود من الأجزاء تميل إلى التناقص حول رقم متوسط \bar{t} ، أما إذا تعددت الأجزاء المكونة للآلة وكان لكل جزء توزيع إحتمالي خاص بوقت العطل الخاص به ، فإن التوزيع الإحتمالي لوقت العطل بالنسبة للآلة ككل سوف يميل إلى التفشتت نسبياً ، وقد يأخذ المنحنى الخاص بوقت العطل شكل المنحنى اللامى حيث تزداد درجة التفشتت ، إذ تتم نسبة كبيرة من الاضطرابات بعد مرور فترة بسيطة من آخر مرة تم فيها إصلاح الآلة ، وكذلك تتم نسبة كبيرة من الاضطرابات بعد مرور مدة أطول بكثير من الوقت للتوسط ، وتحدث هذه الحالة (الحالة

مخصصة بالمنحنى الاسى) لكثير من الآلات التى إذا ماتم إصلاحها بدقة فإنها تعمل لمدة طويلة ودون توقف، وعلى العكس من ذلك إذا لم يتم الإصلاح بشكل دقيق فعادة ما يحتاج إلى إعادة إصلاح بعد وقت قصير من وقت الإصلاح الأول.

٩ - ٦ - ٣ - ٢ الصيانة الوقائية كأسلوب بديل لإصلاح الآلات :

تقضى سياسة الصيانة الوقائية إلى إجراء فحص دورى على الآلات وإجراء تغيير لبعض أجزائها الهامة وذلك بعد مجموع ساعات تشغيل محددة مسبقا دون انتظار لتمرر هذه الاجزاء المعطل للتعطى ، وبالتالي تعطل الآلات ، وإذا كان الوقت اللازم للصيانة الوقائية تـمـ والوقت اللازم للإصلاح تـحـ ، فإنه يمكن توضيح دوره تشغيل الآلة كما فى شكل (٩ - ٢) .



شكل (٩ - ٢)

تـمـ = الوقت المتوسط اللازم لإجراء الصيانة .

تـحـ = د د د د الإصلاحات اللازمة

ويترقب حدوث عطل مفاجئ وبالتالى ضياع وقت فى أعمال الإصلاح تـحـ على التوزيع الاحتمالى لافترات عطل الآلة ، إذ تقل كلما قلت درجة التفتيش . وكان هناك احتمال كبير لحدوث العطل بعد مرزورة فترة محددة مسبقاً ، وعلى

العكس من ذلك تزداد حالات العطل المفاجيء. كلما زادت درجة التفتت وبالتالى عدم إمكانية التنبؤ بطول فترة تشغيل الآلة دون تعطل . إذ فى حالة تركيز رقم العطل حول رقم متوسط فإنه يمكن فى هذه الحالة إجراء الصيانة الوقائية على فترات أقصر قليلا من هذا الوقت المتوسط وبالتالى تنفاذ بنلك احتمالات تعطل الآلة بشكل كبير ، وعلى العكس من ذلك إذا ما تغير وقت العطل بالتفتت حول هذا الرقم المتوسط فإن إجراء الصيانة الوقائية على فترات مماثلة للحالة السابقة لن يؤدى إلى منع نسبة كبيرة من الأعطال ، الأمر الذى قد يقتضى هذه الحالة الأخيرة ضرورة تقصير الفترة اللازمة لإجراء الصيانة الوقائية .

٩-٦-٣-٣ بعض القواعد الإرشادية لرفع كفاءة الصيانة الوقائية :

هناك مجموعة من القواعد العامة التى تساعد على رفع النتائج المتوقعة من السياسة الخاصة بالصيانة الوقائية التى يتبعها المشروع ، ولقى نوردتها فيما يلى :

١ - تصلح الصيانة الوقائية أساساً للماكينات التى تتميز بالترددات الإحتمالية الخاصة بأوقات العطل فيها بعدم التفتت ، إذ فى هذه الحالة يمكن التنبؤ إلى حد كبير بالوقت الذى يحتمل أن يحدث فيه توقف الماكينات ، وبالتالى يمكن تحديد فترات الصيانة الوقائية بالشكل الذى يمنع حدوث هذا التوقف .

٢ - العلاقة بين الوقت اللازم لإجراء الصيانة الوقائية والوقت اللازم لإجراء الإصلاح ، فإذا تساوى الوقت اللازم لإجراء الصيانة الوقائية مع الوقت اللازم للإصلاح ، كان معنى ذلك عدم وجود أى فائدة من وراء إجراء الصيانة الوقائية ، إذ فى هذه الحالة يتحقق أقل وقت لتوقف الآلة عن العمل إذا ما تركت دون أى صيانة وقائية مع الإقتصار فقط على إجراء الإصلاح لما حدث حدوث العطل ، وعلى العكس من ذلك إذا كان الوقت اللازم لإجراء الصيانة

الوقائية أقل بكثير من الوقت اللازم للإصلاح ، ففي هذه الحالة الأخيرة يفضل إجراء الصيانة الوقائية لتفادي احتمالات العطل ، وبالتالي تفادي توقف الآلة لمدة أطول خلال فترات الإصلاح .

أي أنه يمكن تلخيص ماسبق في أن الصيانة الوقائية تكون أحسن ما يمكن في حالة إمكانية التنبؤ بدرجة كبيرة بالفترات التي تعمل فيها الآلة دون توقف أي حالات عدم ثقت التوزيعات الاحتمالية الخاصة بوقت العطل ، كذا في الحالات التي يكون فيها متوسط الوقت اللازم لإجراء الصيانة الوقائية أقل من متوسط الوقت اللازم لإجراء الإصلاحات في حالة تعطل الآلة .

٣ — تكلفة توقف الآلة ، إذ قد يؤدي توقف الآلة إلى توقف الخط الإنتاجي كله وبالتالي تحمل تكلفة عالية ، الأمر الذي يفضل معه تفادي ذلك عن طريق إجراء صيانة وقائية ، خاصة إذا ما أمكن إتمام ذلك في الوردية الثانية أو الثالثة أو في فترات الأجازات أو ساعات الراحة ، إذا في هذه الحالة الأخيرة (حالة ارتفاع تكلفة تعطل الآلة) يفضل إجراء الصيانة الوقائية حتى لو تساوى الوقت اللازم للصيانة الوقائية مع الوقت اللازم للإصلاح .

ويمكن النظر إلى مشكلة الصيانة على أنها مشكلة صفوف إنتظار والتي تشمل في وجود جهة خدمة server ويحتاج يطلب خدمات هذه الجهة يتولى أفرادها الدخول إلى جهة الخدمة وفقاً لتوزيع احتمالي معين وتتولى جهة الخدمة هذه تقديم الخدمات إلى الأفراد طالبي الخدمة وفقاً لنظام معين مثل خدمة الوارد أولاً (FIFO) وهنا يتم خدمة طالب الخدمة مباشرة إذا لم يكن هناك فرد سابق يتم خدمته بجبه الخدمة أو يتم إلحاق طالب الخدمة إلى صف الإنتظار فإذا كانت جهة الخدمة مشغولة بخدمة أفراد سبق دخولهم للنظام ولم يتم خدمتهم بعد .

فإذا افترضنا أن كل آلة لها نفس التوزيع الإحتمالي لوقت العطل ، فإنه يمكن النظر إلى الآلات على أنها المجتمع طالب الخدمة ، وإلى حالات العطل على أنها الأفراد طالبة الخدمة والتي يتم خدمتها مباشرة في حالة عدم وجود آلة تحت الصيانة فعلا ، أو يتم إلحاقها بصف الانتظار في حالة إشغال فريق الصيانة ، وننتظر إلى فريق الصيانة على أنها جهة الخدمة .

وهنا نفترض أن تكاليف الانتظار دالة في صف الانتظار إذ تزايد بشكل مانع زيادة صف الانتظار ، وهنا يمكن تقليل هذه التكاليف عن طريق الإسراع بمعدل الخدمة وذلك بزيادة فريق الصيانة ، إلى أن ذلك قد يحمل المشروع تكلفة عالية تتمثل في أجور فريق الصيانة خاصة إذا بقي هذا الفريق عاطلا لمدة طويلة ، ولذا تصبح مهمة الإدارة هي إيجاد حل أمثل للمشكلة عن طريق تحقيق التوازن بين تكلفه تعطل الآلات من ناحية وتكلفه فريق الصيانة من ناحية أخرى .

٩-٦-٤ التخطيط للصيانة :

يجب على المسئول عن نشاط الصيانة في المشروع ، أن يتجنب دائما للفلاحة أو التقصير في أداء هذه النشاط ، إذ أن كلا الإتهامين والنظر فيهما أمر غير مقبول ، فالإتهام الأول يسمح أو يجهد دائما القيام بأعمال الصيانة وحمل حمرة الملاتات أو استبدال بعض أجزائها كلما أمكن ذلك ، في حين أن الإتهام الثاني يسمح بترك الآلات تعمل لفترات طويلة جداً دون الإهتمام بها أو التفكير في صيانتها .

٩-٦-٥ الجدولة الزمنية :

وغم أن معظم المشروعات تقوم بتخطيط وجدولة الأعمال الخاصة بالنقص من التجهيز وأعمال الصيانة الأخرى ، إلا أن هناك الكثير أيضاً من المشروعات لا تقوم بجدولة الجزء الأكبر من أعمال الصيانة ، ويؤدى تخطيط وجدولة أعمال

الصيانة إلى تخفيض عدد مرات التوقف والعطل ، وبالتالي تخفيض عدد مرات الإصلاحات الطارئة .

٩-٦-٦ تطوير رامج الصيانة :

من أجل تجنب حدوث المشاكل التي يمكن أن تواجه المشروع فيما يتعلق بهتجان استمرار الآلات والمعدات في العمل دون حدوث أعطال مفاجئة ، فإن هناك بعض القواعد التي تحث إدارة المشروع كثيراً إذا ماتم الأخذ بها ، وأهم هذه القواعد :

١ - تشجيع عمال الصيانة على تطوير قدراتهم ومهاراتهم ، وذلك من خلال حضورهم دورات أو محاضرات في بعض المدارس أو المعاهد الفنية .

٢ - معرفة الأجزاء الهامة والحساسة في الآلات التي تتطلب إهتماماً وضرورة القيام بكل أعمال الصيانة الوقائية بالنسبة لهذه الأجزاء .

٤ - أن تعهد بأعمال الصيانة الوقائية الروتينية العمال الفنيين عندما لا يكونوا في ورديات العمل .

٥ - تسجيل تكاليف الإصلاح بالنسبة لكل آلة ، وتوضيح تلك التكاليف المتعلقة بالمواد المستخدمة وتلك الخاصة بالقوى العاملة ، مع توضيح اسم من قام بالإصلاح .

٩-٦-٧ تحديد حجم العمل وأعبائه :

يتطلب القيام بأي عمل من أعمال الصيانة أمر أكتائياً من الشخص أو السلطة المستولة عن ذلك ، وقد تمثل هذه السلطة في مهندس المصنع ، أو الملاحظ ، أو رئيس عمال القسم الذي يحتاج للإصلاح ، أو غيرهم من المسؤولين ، ويتوقفه

ذلك على الهيكل التنظيمي للشروع ، وإذا كان العمل المطلوب عاجلاً فإن الطلب قد يتم تليفونياً إلى الشخص المسئول الذي يصدر أمر العمل ، ويوضح طلب الإصلاح طبيعة العمل المطلوب القيام به ، المواد والأدوات اللازمة ، وكذلك تكلفة العمل المتوقعه .

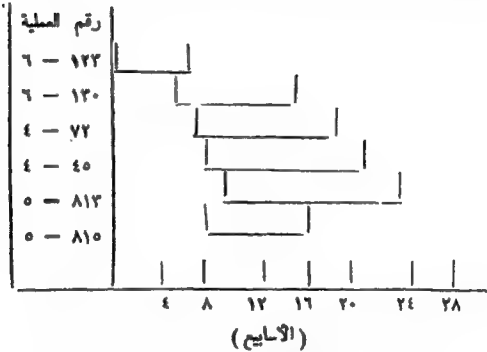
أما بالنسبة للصيانة الوقائية ، فإن الخطوة الأولى في إعداد الخطة الخاصة بها هي حصر وتسجيل كل الأصول الموجودة في المصنع ، ويتم وصف كل آلة في كرت خاص بها له رقم خاص ، ويسجل في هذا الكرت نوع الخدمة التي تحتاجها هذه الآلة ، وأيضاً عمليات التفتيش المطلوبة ، وبعد ذلك يتم عمل جدول زمني لعمليات التفتيش والخدمة .

٩ - ٦ - ٨ متابعة تقدم العمل :

يسجل العمال الذين يقومون بعمليات الإصلاح أو الخدمة طبيعة الإصلاح أو العمل الذي تم وذلك على أمر العمل ، وإذا تبين بعد ذلك من التفتيش أن هناك حاجة إلى مزيد من العمل فيسجل ذلك على أمر العمل أيضاً ، ويقوم رئيس عمال الصيانة عادة بفحص أوامر العمل التامة يومياً ويرسأها إلى مهندس المصنع كما يتم إخطار قسم حسابات التكاليف بما تم من أعمال ، ويستخدم الملف الخاص بأوامر العمل التامة كأساس لتقدير التكلفة بالنسبة للأعمال التي ما زالت تحت البحث .

وفي الأحوال التي يكون فيها حجم أعمال الصيانة المطلوب ضخماً ، تستخدم طرق أكثر تعقيداً ، وتخطط بعض الشركات لأعمال الإصلاح الرئيسية لمدة سنة مقدماً ، وتوضح في مثل هذه الخطط تواريخ الإبتداء والإنتهاء المقترحة للعمل وكذلك عدد العاملين . وعادة ما يتم إعداد هذه الخطط الزمنية في اجتماع يضم رؤساء أقسام الصنع أو مسئولين عنهم ، وفي تلك الاجتماعات يؤخذ في الحسبان الترتيب المطلوب أو المفضل للأعمال ، ومدى توافر العمال والمعدات ، ثم يتم تصوير هذه الخطة الزمنية بيانياً باستخدام خرائط جانث ، حيث يبين المحور

الآتي الأسابيع أو الشهور خلال السنة ، ويمثل كل مشروع عمل بخط أفقي يوضح طول المدة المقدرة للعمل به ، وذلك كما هو موضح بالشكل الآتي :



ويمكن أيضا أن يتم التخطيط الزمني للعمل بالنسبة لكل فريق أو لكل عامل ، ومن ثم يوضح الواجبات الخاصة بذلك العامل لكل ساعة خلال اليوم ولكل يوم من أيام الأسبوع ، ويسمى هذا الأسلوب التحميل بالنسبة للعامل ويهدف هذا الأسلوب إلى توفير عمل مستمر للعامل وإلى تجنب الأوقات التي قد يقضيها بدون أى عمل ، ويجب أن يتناسق هذا الأسلوب — أسلوب التحميل بالنسبة للعامل — مع أسلوب التحميل بالنسبة للآلة والذي يهدف إلى ضمان تشغيل الآلة باستمرار وتحليل الوقت الذي قد تسكون فيه بدون عمل إلى أدنى حد ممكن .

٩ - ٤ - إدارة مخازن الصيانة :

تعتبر مراقبة المخزون للأجزاء وقطع الغيار والمواد الأخرى المختلفة

١ - العناية بالسيارة من الأمور البالغة الأهمية لأي مشروع . وذلك لعدة أسباب :
أهمها :

١ - ضمان توافر هذه الاجزاء وقطع الغيار عند الحاجة إليها ، ومن ثم
يمكن تخفيض وقت الاعطال الى أقل حد ممكن .

٢ - تخفيض الخسائر التي قد تقع بسبب الإهمال أو التلاعب ، لاسيما وأن
الأموال المستثمرة في هذه الاجزاء وقطع الغيار كثيراً ما تمثل بنداً لا يستهان
به من الأصول في كثير من المشروعات .

٣ - تسجيل امكانيات تحديد تكاليف الصيانة بدقة .

وفي معظم المصانع تخصص مساحة مستقلة لقطع الغيار وأدوات ومواد
الصيانة ، ويكون هناك أمين أو مشرف لها يعمل تحت اشراف رئيس عمال
الصيانة ويكون مسئولاً عن أعمال التخزين المختلفة .

ولا تختلف أساليب مراقبة المخزون الخاص بالصيانة عن تلك الأساليب
المستخدمة في مراقبة المخزون بأنواعه الأخرى .

٩ - ٤ - ١٠ مراقبة أعمال الصيانة :

من المهم للمشغل أن يتأكد من نشاط الصيانة أن يكون دائماً على علم بتكلفة هذا
النشاط وما إذا كانت في حدود المقبول أو أنها تتجاوز مقدار هذا التجاوز عندما
يحدث ، وتواجه المشغل هنا صعوبة تتمثل في أنه ليس هناك طريقة سهلة لتنظيم
حيزانية خاصة بمصروفات الصيانة ، ومن ثم يصعب مراقبة تلك المصروفات .

ومن ناحية أخرى فإن مقارنة تكاليف الصيانة في مشروع ما بنفس هذه
التكاليف في مشروع آخر ليست ذات فائدة كبيرة وذلك لعدة أسباب منها أن
درجة الصيانة المطلوبة تزداد في المشروعات التي تستخدم معدات أكبر حجماً ،
كذلك فإن درجة الميكنة المستخدمة في المشروع لها تأثير على حجم نشاط الصيانة

اللازم ، نوع العمليات الانتاجية المستخدمة في التصنيع ، عدد دوريات العمل اليومية والأسبوعية ... الخ

٩ - ٦ - ١٠ - ١ معايير الأداء :

هناك معايير متنوعة يمكن الاسترشاد بها في ادارة وتقييم كفاءة نشاط الصيانة في المشروع ، منها ما يوضح حجم لنشاط الصيانة وتوزيعه ، ومنها ما يوضح طبيعة ومقدار مصروفات الصيانة المختلفة ، وكذلك هناك المعايير التي توضح العلاقة بين لنشاط الصيانة وانتاجية المصنع ، وفيما يلي نبذة عن بعض هذه المعايير الهامة .

— من أكثر المعايير استخداما لقياس كفاءة الإدارة ومدى نجاحها في تخطيط ونشاط الصيانة ، هو ذلك المعيار الذي يوضح عدد ساعات العمل الطارئ كنسبة .

$$\text{من ساعات العمل الكلية في القسم} = \frac{\text{ساعات العمل الطارئ (أسبوع - شهر)}}{\text{ساعات العمل الكلية (أسبوع - شهر)}}$$

كذلك هناك معيار آخر يساعد في تقييم نشاط ادارة الصيانة في المشروع ، وذلك بمقارنة مجموع ساعات العمل الشهرية التي انقضت على أعمال الصيانة الوقائية مع تلك التي انقضت على عمليات الإصلاح خلال نفس الشهر .

ساعات العمل في الصيانة الوقائية (شهر)

ساعات العمل الخاصة بالإصلاح (شهر)

— كذلك يمكن الاستعانة بالنسب المالية لإظهار نفقات الصيانة كنسبة من [اجمالي الاستثمارات في الآلات والمعدات ، أو كنسبة من التكلفة الكلية للتبج .

اجمالى تكاليف الصيانة

^٦ اجمالى للمستثمر في الآلات والمعدات

لتكاليف الكلية للصيانة

التكاليف الكلية للانتاج

— كما يمكن أن يساعد تصنيف التكاليف الكلية للصيانة في تحليل وتقييم هذا النشاط، وذلك كأظهار النسب المئوية الخاصة بأعمال الصيانة الروتينية، الفحص والإصلاح، الإصلاحات الطارئة الناتجة عن أعطال مفاجئة . . . الخ من أعمال الصيانة المختلفة .



وبمقارنة تلك النسب بمثيلاتها في السنة والسنوات السابقة يمكن معرفة الاتجاه الخاص بكل نوع من أنواع التكاليف الخاصة بنشاط الصيانة، كذلك فإن من الضروري أن تقارن التكاليف الفعلية للصيانة بما هو مخصص لها في الميزانية لمعرفة مدى التجاوز أو النقص .

٦ - ١٠ - ٢ تقارير الإدارة :

تحتاج الإدارة دائماً الى بيانات وافية عن الصيانة ومكلفتها، ويتم لها ذلك من خلال التقارير التي ترفع اليها، وأحد هذه التقارير ذلك الذي يوضح تكلفة الصيانة بالنسبة للاقسام المختلفة وبالنسبة للالات في كل قسم، وقد يتكشف للإدارة من خلال هذه التقارير أن التكاليف المرتفعة للصيانة عادة ما تحدث من آلات معينة رغم أن هذه الآلات طالية او مرتفعة القيمة .

وهناك تقارير في صورة ملخص أسبوعي، يوضح فيها تكلفة الصيانة لكل حلية إنتاجية مع مقارنة ذلك بتكلفة العمل الخاصة بهذه العملية، كما توضح مثل هذه التقارير الساعات المعيارية المقدرة لأعمال الصيانة والساعات الفعلية لها خلال الأسبوع .

ومن المفضل أن يكون هناك تقريراً شهرياً يظهر مدى التقدم في تنفيذ أوامر العمل .

و تستخدم المعلومات المتعلقة بتكاليف الصيانة دائماً كمرشد هام عند شراء آلات جديدة ، كما يجب أن يستشار مدير إدارة الصيانة قبل شراء آلة جديدة . في الشروع ، فقد تكون بعض الآلات ذات تصميم خاص يكون من الصعب تعديلها أو استبدال الأجزاء المستهلكة فيها وهذه البيانات وغيرها لا يمكن تجاهلها عند الشراء ، كما أنه لا يمكن معرفتها والتحقق منها إلا بوجود الشخص المسئول عن هذا النشاط .

وقد أدت الأساليب الالكترونية الحديثة في تشغيل وإستخدام البيانات إلى زيادة كبيرة في سرعة تدفق المعلومات والتقارير المتعلقة بأعمال الصيانة ، ومن ثم مكنت من إحكام الرقابة عليها ، فمثلاً تلك التقارير الخاصة بالخدمات والأجزاء والتي كانت تسرق وقتاً قد يصل إلى ثلاثين يوماً ، أصبحت الآن تصل إلى مدير أو مسئول الصيانة خلال ساعات قليلة ، كما أن التقارير التفصيلية الخاصة بكل آلة من الآلات أصبح من السهل إعدادها ، وكذلك تلك الخاصة بتكاليف الإصلاح . ومن ثم أسكن التطلب حل للمشكلات عند بدايتها وأصبح من الممكن التحكم في نفقات الصيانة بدرجة أكبر .

٦-٩-٣-١- بعض الأسباب التي تؤدي إلى انخفاض مستوى الاداء في أعمال الصيانة:

يمكن تلخيص الأسباب التي تؤدي إلى سوء مستوى الاداء في نشاط الصيانة فيما يلي :-

- المبالاة أو الإقلال الشديد في الأعمال الخاصة بالصيانة .
- صعوبة وضع معايير إنتاجية لنشاط الأفراد القائمين بأعمال الصيانة .
- الاختلاف بين الآلات في الزمن اللازم لإتمام أعمال الصيانة الوقائية لها .
- كثرة عدد الآلات التي ينبغي إعداد سجلات لها .
- كثرة ما تم أعمال الصيانة في غيبة رئيس العمل .
- انخفاض مستوى الأفراد العاملين في الصيانة في بعض المشروعات .

الفصل العاشر

الرقابة على الجودة

١٠ - ١ مقدمة :

من الأقوال التي كثيرا ما تتردد على السنة المديرين أن هدفهم الرئيس هو إنتاج سلم بأعلى جودة وبأقل تكلفة ممكنة ، ويعكس هذا القول علم وضوح مفهوم الجودة وأهميتها للمشروع لدى هؤلاء المديرين ، وكل ما يمكن أن يعنيه هذا القول أنهم يعملون على تحقيق نوع من التوازن بين الجودة والتكلفة .

وبالطبع فإن الجودة تكلفتها ، وتحقيق درجة عالية من الجودة لن يتم إلا بإتفاق الميزان من الأموال ومن ثم زيادة تكلفة الوحدة المنتجة ، فإذا كان المستهلك على استعداد لدفع سعر أعلى من أجل الحصول على جودة أفضل فإن هذا يبرر استخدام استراتيجية تعتمد على مستويات عالية الجودة ، ولكن إذا كان تحقيق درجة أعلى من الجودة سيؤدي إلى ارتفاع السعر بدرجة كبيرة ، فإن هذه الجودة العالية ستدفع المشروع إلى أن يجد نفسه خارج السوق .

ومن ثم فإن السؤال هنا هو ما هي درجة الجودة التي تريدها ؟ وبأي تكلفة أو بمن ؟ ، فثلا من المسلم به أن حربة مثل الرولو زويس تتمتع بدرجة من الجودة أعلى من الفولكس واجن ، ومع ذلك فإن الصعب أن نحدد أيهما يعتبر من — وجهة نظر مشتركة — صفقة شرائية أفضل ، وذلك نظرا للعلاقة بين الجودة والسعر .

وحتى يمكن فهم الجودة بطريقة أفضل ، وذلك في مجال إنتاج السلع والخدمات يجب أولاً أن نحدد ماهي الجودة ، وماهي التكاليف المتعلقة بها وكيف يمكن تحقيقها والرقابة عليها ، وبالإضافة إلى ذلك فإننا يجب أن نتذكر أن الجودة أهمية تفوق مجرد كونها عاملاً اقتصادياً ، إذ أن لها أبعاداً وآثاراً إجتماعية وقانونية كثيرة ، فمثلاً قد يشتري شخص أحد الأجهزة الكهربائية المنزلية ثم يكتشف أنه لا يعمل ، ومع ذلك فإن هذا لم يلحق به ضرراً مباشراً بأى صورة ، أما إذا كان مستوى جودة الإنتاج بالنسبة لسيارة أو طائرة منخفض ، أو كان مستوى الخدمة الطبية في مستشفى ضعيف ، فإن الأمر هنا قد يتعلق بخسائر في الأرواح .

وكثيراً ما يساوى الناس بين الجودة والنخامة أو الرفاهية ، وهم يشيرون بذلك إلى كل ما هو غالى ومتميز كالعربات الفاخرة والفنادق الممتازة أو المجوهرات الثمينة أو معاطف الفرا .. الخ ، وفي الحقيقة فإن كلاهما سبق قد يكون مرتفع أو منخفض الجودة مقارنة بما يماثله من السلع أو الخدمات .

١٠ - ٢ معنى الجودة :

الجودة هي أحد خصائص أو معالم المنتج مثل حجمة أو شكله أو مكوناته ، وبالتحديد فإنها خاصية تحدد قيمة المنتج في السوق والصورة التي سيؤدي بها الفرض الذي صمم من أجله ، وجوده منتج أو سلعة ماطدة مايجب عنها كمنطق أو مستوى أما بالنسبة لجودة وحدة معينة من هذا المنتج فنقاس بدرجة مطابقة هذه الوحدة لذلك المستوى ، وعلى هذا فإن أى تعريف للجودة يجب أن يتضمن كلا من المستوى أو الخط المحدد مسبقاً للنتج ، ودرجة توافق أو تطابق الوحدات المنتجة مع هذا المستوى .

ويمكن تحديد هذا المستوى أو النقط من خلال مصادر كثيرة ، فأولاً قد يتم ذلك من خلال المستهلكين أنفسهم ، إذ أن سلوكهم وتصرفاتهم الشرائية بالإضافة إلى بحوث السوق يعطى صورة مستوى الجودة الذى يرغب المستهلك وعلى استعداد لأن يدفع من أجل الحصول عليه ، وثانياً فإن المستوى يمكن أن يوضع فى ضوء الإستراتيجية أو السياسة التى تريد الإدارة العليا تطبيقها للمشروع ، فقد تهدف هذه السياسة إلى أن تكون المنشأة فى مستوى القمة بالنسبة للجودة - فى الصناعة أو فى الوسط أو فى القاع ، وثالثاً فإن المصمم المتخصص يمكن أن يحدد طاقة أو قوة تحمل معينة يجب توافرها فى جزء ما بحيث يتماشى مع بقية الأجزاء فى المنتج ، وأخيراً فإن كلا من هذه الأنماط أو المستويات يجب أن تسترجع إلى معايير فنية محددة ، بحيث تكون مرشداً خلال عملية تصنيع وتجميع السلسلة .

١٠ - ٣ أبعاد الجودة :

الجودة ليست خاصية واحدة ولكنها مجموعة متنوعة من الخصائص يجب أن تتحقق سوياً كجزء من مستوى المجموعة المطلوب .

الناحية الوظيفية : تشير إلى ما إذا كان المنتج يؤدي وظيفته بعد الانتهاء من عمليات التصنيع ، وهذه الناحية يمكن قياسها على أساس الإجابة بنعم أو لا ، للعبة الكهربائية إما أن تضىء أو لا تضىء ، وأحياناً يمكن قياسها بمدى الاستمرار فى أداء الوظيفة ، أى فترة الحياة أو عدد الساعات التى يمكن أن تستمر فيها اللعبة مضيئة .

الثقة : معرفة الجودة التى سيستمر المنتج خلالها فى العمل فى ظل الظروف الطبيعية فقد يحمل المنتج بصورة طيبة فى أول الأمر ، ولكنه يتوقف قبل أن ينتهى العمر الإنتاجى المقدر له .

للتانة والتحمل : كيف سيعمل المنتج ولأى مدة في ظل ظروف غير عادية ، وهل سيتحمل أو يقاوم الصدمات ، الحرارة ، البرودة ، الغبار ... إلخ .

التواحي الجالية : وتشير إلى منظر وشكل المنتج ، وليس إلى أداؤه الوظيفي . وذلك مثل مدى نعومة السطح ، مدى تناسب تصميمات الأجزاء المختلفة مع بعضها ، هدم وجود خدوش أو تهرجات . إلخ .

الأمان : هل سيؤدي المنتج وظيفته بدون تعريض المستهلك إلى أى أخطار خلال الاستعمال ، فثلا الأجهزة الكهربائية ينبغي التأكد تماما من أنها لن تحدث أى نوع من الصدمات الكهربائية أثناء الاستعمال العادى لها .

١. - أين تبدأ الجودة :

غالبا ما ينظر إلى وظيفة مراقبة الجودة في المشروع على أنها لون من ألوان الرقابة البوإيسية التي تلاحظ وتراقب كل المنتجات الخارجة وتحدد أى مخالفات قد تقع ، ومع ذلك فإن البرنامج القابل للرقابة على الجودة يجب أن يتضمن ما هو أكثر من مجرد عملية الفحص والتفتيش ، فالجودة لا يمكن ولا يكفي فحصها في المنتج ، ولكنها يجب أن تصمم وتبنى معه وداخله ، ووظيفة مراقبة الجودة التأكد من أن هذا يحدث فعلا .

وهناك مجالات جديدة داخل المشروع يتحدد فيها لتكوين الخاص . بدرجة الجودة داخل المنتج ، ويمكن بيانها فيما يلي :

تصميم المنتج : المفروض ألا يختلف المنتج النهائي عن التصميم الموضوع له مسبقا ، وهل مهندس التصميم ألا يقصر إهتمامه على التواحي الوظيفية الخاصة بأداء الوحدات الأولى المنتجة من السلسلة ، بل عليه أن يهتم أيضا بضمان سهولة

إنتاج وتجميع المنتج في كميات كبيرة ، وقد يحتاج المصمم إلى مراقبة تصميمه عدة مرات لتلائم احتياجات ومتطلبات المراحل الأخيرة لتصنيعه .

تصميم العمليات : يؤثر نوع الآلات المستخدمة على جودة المنتج ، فلابد أن استخدم منشأ معين مرتفع القيمة يؤدي إلى إتمام عملية القطع بشكل أنظف ومن ثم يؤدي إلى أن تتلاءم الأجزاء مع بعضها بطريقة أفضل خلال عملية التجميع ولاشك أن التواحي الأخرى في تصميم العمليات لها أثرها أيضا وإن كان أقل وضوحا ، فطريقة ترتيب الآلات داخل المصنع وعملية مناولة المواد الخام ووسائل التخزين المتبعة وتسلسل العمليات الإنتاجية يمكن أن تؤثر على سياسة نسبة الوحدات المعيبة المنتجة .

المواد الخام : يمكن القول أنه كلما استخدمت مواد خام ذات جودة أفضل كلما كان المنتج النهائي ذو جودة أفضل ، وهناك عدة نقاط يجب مراعاتها فيما يتعلق بمشكلة الحصول على المواد الخام المطلوبة ، فأولا يجب دراسة إختيار المصدر الملائم للشراء بدقة ، ثانيا يجب أن يكون هناك نوع من الفحص للمواد الخام الداخلة لتأكد من مطابقتها للخواص والمتفق عليها ، وإهمال أى من هذين الإختيارين قد يؤدي إلى إفتقار المنتج النهائي للجودة المطلوبة والمحددة له :

العاملين : بالإضافة إلى الآلات والمواد فإن الأفراد يعتبروا العنصر الثالث الهام في المدخلات ، ولتحقيق أهداف الجودة المحددة ، يجب أن يتم تدريب العاملين على المهام والأعمال التي سيقومون بها ، كما يجب أن تكون هناك جوائز وملائمة لتشجيعهم على تحقيق المستوى المطلوب من الجودة ، ويجب أن تراعى سياسات الإختيار والتدريب ذلك المستوى من الجودة الذي ينبغي على العاملين الوصول إليه في إنتاجهم :

تشغيل العمليات الإنتاجية : قد يتوافر للشرح أفضل تصميم وأفضل معدات وأفضل خامات وأكثرها مال ومع ذلك تفشل في تحقيق مستوى كفاءة عال خلال عملياتها اليومية ، ومن ثم تفشل في تقديم منتج مقبول من حيث مستوى جودته ، فقد يكون هناك إعمال أو تراخ في الإشراف ومن ثم لا يكشف عن عيوب كثيرة في المنتج خلال عمليات التصنيع ، كذلك فإن الاتصالات وسياسات الأجور والمرتبات والتخطيط الزمنى والرقابة على المخزون وغيرهم من سياسات التشغيل وقواعده وإجراءاته يمكن أن تحددا ما إذا كانت المنشأة منتجة بمستوى الجودة لللائم ١١ أو أقل .

التعبئة : تمتد كثير من اللبغات - خطأ - أن مهمتها فيما يتعلق بالجودة تنتهى عندما تخرج وحدات السلعة من نهاية خط التجميع ، وأنه إذا اجتازت هذه الوحدات الفحص النهائى ، فإن معنى ذلك أنه قد تم إنتاج السلعة بالجودة المطلوبة ، إلا أن المستهلك فى الواقع هو الذى يقوم بفحص المنتج النهائى ، فإذا لم تحقق وحدات السلعة المنتجة متطلبات الجودة التى يتوقعها المستهلك عند الاستعمال فإنها تعتبر وحدة معيبة ، ويرجع ذلك إلى أن هناك العديد من الأنشطة التى تقع بين عملية التجميع وبين عملية البيع واستلام للمستهلك النهائى للسلعة ، وهذه العمليات يمكن أن تؤثر بشكل ملحوظ على جودة المنتج ، وأول هذه الأنشطة هو ذلك الخاص بالتعبئة .

النقل : هناك بدائل كثيرة لنقل المنتجات إلى السوق مثل الوارى ، السكك الحديدية ، النقل الجوى ، النقل البحرى ، واختيار وسيلة ما من هذه الوسائل لا يؤثر فقط على التكلفة ، بل يؤثر أيضاً على جودة المنتج ، فتعرض السلع التى تنتقل جواً إلى ضغط مرتفع أحياناً وإلى تغيرات فى درجة الحرارة ، أما النقل البحرى بالسكك الحديدية أو الوارى فقد يمرضنا للمنتجات إلى الامتداد والارتجاج ، هذا بالإضافة إلى كثرة عمليات التحميل والتفريغ .

ومن الواضح أن وسائل التهيئة المستخدمة وطرق النقل المتبعة لها علاقة وآثار متبادلة فيما بينها ، فالوحدات التي تشحن عن طريق وسائل النقل البرية تحتاج إلى حماية أكبر ، في حين أن الشحن عن طريق الجو يتطلب تخفيض وزن العبوة إلى أقل درجة ممكنة ، وأيا كانت نوع العبوة المستخدمة ووسيلة النقل المختارة ، فإن القرار يجب أن يدرس من حيث تأثيره على جودة المنتج ، وأن يتلاءم مع السياسة العامة للرقابة على الجودة في المشروع .

التخزين : كثيراً ما تغفل أهمية هذا النشاط كأحد العوامل المحددة للجودة ، مع أن المنتج قد يكون على درجة معقولة من المثانة ومع ذلك فإن هناك حدوداً للسلامة أو البعد الذي يمكن أن يسقط منه ، أو للارتفاع الذي يمكن أن يتحملة هذا المنتج أثناء تكديسه أو رصه ، كما أن هناك شروط أو قيود معينة على الظروف البيئية المحيطة التي يمكن أن يتسلما ، وبالطبع كلما كان للنتج أقل متانة وأكثر رقة كلما زادت القيود الخاصة بدرجات الحرارة والرطوبة والغبار والضوء الذي يمكن أن يتعرض فيه .

كذلك فإن هناك ارتباطاً بين عملية التخزين وعملية التهيئة ، فكلما زادت درجة الحماية التي تحمقها العبوة للمنتج كلما قل احتمال تعرضه للتلف والفساد خلال فترة تخزينه ، وعموماً فإنه بعد كل المجهودات التي بذلت في تصميم وتصنيع منتج ذو جودة مناسبة ، يكون من سوء التقدير أن يفرض المشروع كل ذلك نتيجة الأعمال في عملية التخزين .

١٥ - اعتبارات التكلفة .

أشرنا في البداية إلى أن الجودة تكلفتها ، ونريد الإشارة دائماً أن تخفيض برنامج الجودة الذي يطبقها الأهمية المطلوبة ، بدون مغالاة وبدون قصور.

في نفس الوقت ، فإذا أعطت المنشأة إهتماماً ضعيفاً للجودة ، فإن التكاليف الناتجة من أو الخاصة بأنشطة الجودة ستكون أقل ما يمكن ؛ ولكن التكاليف الناتجة من نقص وسوء الجودة ستكون عالية .

أما إذا أعطيت المنشأة ، إهتماماً زائداً ومغالى فيه للجودة، فإن العكس يكون صحيحاً ، أي أن التكاليف الخاصة بنشاط الجودة ستكون عالية جداً ، في حين أن التكاليف الناتجة من نقص وسوء الجودة ستكون أقل ما يمكن ، وأفضل برنامج للجودة هو ذلك الذي يقاس أو يحدد في ضوء أقل مجموع لهاتين التكلفةين وعادةً ما يقع في مكان ما بين هذين الاتجاهين المتناقضين .

وتتضمن التكاليف الخاصة بأنشطة الجودة البنود المتعلقة بما يلي :

- ١ — تحقيق تصميم أفضل للمنتج .
- ٢ — تصميم أفضل للمعدات والآلات .
- ٣ — الحصول على خامات أفضل .
- ٤ — توفير عمال أكثر مهارة وتدريباً .
- ٥ — توفير عمال لهم دوافع أقوى .
- ٦ — تحقيق تشغيل أكثر حداثة ودقة في العمليات .
- ٧ — فحص وتفتيش أفضل .
- ٨ — إهتمام أكثر بما بعد العمليات التصنيعية ، وذلك مثل أنشطة الصيانة والنقل والتخزين .

وإذا كانت التكاليف السابقة ترتفع كلما زادت درجة الاهتمام والتركز بالجودة في المشروع ، فإن التكاليف المتعلقة المترتبة على نقص وسوء الجودة تتخفف كثيرا ، وتضمن هذه التكاليف الأخيرة البنود التالية :

- ١ — سوء وتدهور سمعة المشروع .
- ٢ — انخفاض المبيعات .
- ٣ — زيادة المرتجعات والشكاوى .
- ٤ — كثرة الإصلاحات والتعديلات .
- ٥ — كثرة العادم والتالف .
- ٦ — هبوط الروح المعنوية بين العاملين .
- ٧ — كثرة القضايا القانونية والغرامات والعقوبات .

ويختلف برنامج الجودة الأمثل من صناعة لأخرى ، فبرنامج الجودة المثالي لمشروع ينتج الأدوية سيختلف كثيرا عن ذلك الخاص بانتاج اللعب ، كما أن ذلك البرنامج قد يختلف أيضاً بين المشروعات داخل نفس الصناعة الواحدة ، فبرنامج الجودة الخاص بشركة رولو ويس أو كاديلاك سيختلف عن ذلك الخاص بشركة شيفروليه .

المراجع العربية

- بحوث العمليات في ميدان إدارة الإنتاج ، د. أحمد سرور محمد ، مكتبة عين شمس ، ١٩٦٥ .
- مقدمة في بحوث العمليات ، د. حسين عطا غنيم ، دار الفكر العربي ، ١٩٨٢ .
- إدارة الإنتاج ، د. عاطف عبيد ، دار النهضة العربية ، ١٩٧٧ .
- إدارة الإنتاج ، د. شوقي حسين عيد الله ، دار النهضة العربية ، ١٩٧٩ .
- إدارة الإنتاج ، د. محمد شبيب ، دار الفكر العربي ، ١٩٧٩ .

المراجع الأجنبية

- Buffa , Elwood S. Modern Production Management: 5 th ed. N.Y. John Wiley and Sons , 1977
- Chase , Richard B., and Aquilano , Nicholas J. Production and Operations Management. Rev. ed. Homewood, Ill. : Richard D. Irwin, Inc., 1977
- Taylor, [Frederick W. The Principles of Scientific Management. N. Y. Harper & Bros., 1911

